

2301060

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Engenharia Mecânica

Projeto Mecânico

SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE NA
FABRICAÇÃO DO PISTÃO P-XXXXPA

1984

Autor: JOSÉ ROBERTO BACINE MIRANDA

Orientador: PROF. DR. ETTORE BRESCIANI FILHO

SUMÁRIO

Tendo iniciado o estágio em janeiro de 1984, em uma grande empresa fabricante de pistões, procurei logo relacionar meu projeto de formatura a este estágio.

A empresa, a qual me referi, é uma das maiores fabricantes mundiais de pistões e vem, ao longo de sua história, mantendo a mesma meta prioritária que é a qualidade de seus produtos.

Para conseguir isto, ela vem absorvendo e adaptando a mais avançada tecnologia externa e também gerando tecnologia própria, a fim de atender à indústria automotiva, aeronáutica e marítima, não só no mercado interno como também nos mais exigentes mercados internacionais.

Tudo isso gerou o desenvolvimento de um sistema de controle de qualidade de alto nível, reconhecido por clientes extremamente exigentes.

É por esta razão que me encontro estagiando no controle de qualidade desta empresa, mais especificamente na Divisão de Engenharia da Qualidade. Cabe a esta Divisão estabelecer programas de qualidade, gerais ou específicos, em harmo-

nia com os setores de manufatura e engenharia. É sua responsabilidade também o estabelecimento de instruções, critérios e padrões para as funções de inspeção, assim como a tomada de decisões referentes à conformidade de materiais, produtos e processos com os requisitos especificados.

É dentro deste contexto que se encontrará meu projeto de formatura, que procurará mostrar as diversas etapas do processo de produção em que o controle de qualidade está envolvido.

Para isso, acompanharemos a produção de um pistão específico, com o qual estive envolvido diretamente durante o meu período de estágio. Este pistão, daqui para frente, será designado P-XXXXPA, pistão diesel para motor de seis cilindros.

NOTA: Alguns dados são aqui omitidos por motivos de sigilo empresarial.

a meus pais

ÍNDICE

	pág.
Capítulo I - PROJETO DO PRODUTO	
1.1 Pistão de Combustão Interna	2
1.1.1 Generalidades	2
1.1.2 Características Funcionais	5
1.1.3 Temperaturas no Pistão	6
1.1.4 Materiais dos Pistões	7
1.1.5 Desgaste dos Pistões	8
1.2 Pistão P-XXXXPA	9
1.2.1 Considerações Gerais	9
1.2.2 Desenhos e Especificações	10
Capítulo II - EQUIPAMENTOS DE MEDIDAS E TESTES	
2.1 Considerações Gerais	12
2.2 Controle Periódico dos Instrumentos de Medição	13
2.2.1 Método do Calendário a Cores	13
2.2.2 Método de Inspeção Semanal	16
2.2.3 Controle Periódico de Balanças	17
2.2.4 Controle Periódico dos Padrões Primários	18
2.2.5 Procedimento Inicial de Controle para Novas Ferramentas	20
Capítulo III - QUALIDADE DO MATERIAL RECEBIDO	
3.1 Matéria-Prima	23
3.2 Recebimento de Materiais e Inspeção de Recebimento	24
3.3 Inspeção de Matérias-Primas Destinadas à Fundição do Pistão P-XXXXPA	25
3.3.1 Requisitos de Qualidade	25
3.3.1.1 Composição Química, em Porcentagem	25
3.3.2 Critérios de Amostragem e Aceitação	29
3.3.3 Procedimentos de Ensaio	32
3.3.4 Disposições Finais	32
3.4 Inspeção de Porta-Anéis de Ni-Resist Destinados à Fundição do Pistão P-XXXXPA	33
3.4.1 Requisitos de Qualidade	34
3.4.1.1 Composição Química, em Porcentagem	34
3.4.1.2 Dureza	34
3.4.1.3 Estrutura	35
3.4.1.4 Dimensões e Qualidade Geral de Fabricação	35
3.4.2 Critérios de Amostragem e Aceitação	36
3.4.3 Procedimentos de Ensaio	38
3.4.3.1 Análise Química	38
3.4.3.2 Análise Metalográfica	38
3.4.3.3 Análise de Dureza	38
3.4.2 Disposições Finais	39

Capítulo IV - QUALIDADE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO - FUNDIÇÃO

4.1	Fundição	41
4.2	Fluxograma da Fundição	42
4.2.1	Descrição	42
4.3	Controle da Liga de Alumínio M-124 nos Fornos de Fusão	46
4.3.1	Composição Química - Especificações.....	47
4.3.2	Amostragem da Fundição - Procedimentos	47
4.3.3	Análise Espectrométrica - Procedimentos	48
4.3.4	Liberação	49
4.4	Tratamento da Liga Líquida nos Fornos de Espera	51
4.4.1	Escorificação	51
4.4.2	Desgaseificação e Desoxidação	52
4.4.3	Modificação	52
4.5	Inspeção de Gases na Liga M-124	53
4.5.1	Responsabilidades	53
4.5.2	Item a Inspeccionar	53
4.5.3	Método de Inspeção	53
4.5.4	Frequência de Inspeção	54
4.5.5	Providências	54
4.6	Inspeção de Temperaturas	54
4.6.1	Responsabilidades	54
4.6.2	Item a Inspeccionar	55
4.6.3	Frequência de Inspeção	55
4.6.4	Providências	55
4.7	Inspeção Volante junto às Máquinas	55
4.7.1	Responsabilidades	55
4.7.2	Itens a Inspeccionar	56
4.7.3	Método de Inspeção	56
4.7.4	Frequência de Inspeção	56
4.7.5	Providências	56
4.8	Inspeção Visual de Provas	57
4.8.1	Responsabilidades	57
4.8.2	Itens a Inspeccionar	57
4.8.3	Defeitos no Material e na Superfície Interna do Pistão..	57
4.8.4	Falhas de Ligação do Pistão como Porta-Anel	59
4.9	Inspeção Dimensional em Produção	60
4.9.1	Responsabilidades	60
4.9.2	Itens a Inspeccionar	60
4.9.3	Método de Inspeção	61
4.9.4	Frequência de Inspeção	61
4.9.5	Providências	61
4.10	Inspeção Visual Final do Pistão Bruto	62
4.10.1	Responsabilidades	62
4.10.2	Itens a Inspeccionar	62
4.10.3	Métodos de Inspeção	62
4.10.4	Frequência de Inspeção	62
4.10.5	Providências	63
4.11	Defeitos de Fundição e Respectivos Critérios de Inspeção	63
4.12	Inspeção do Peso	65
4.12.1	Responsabilidade	65
4.12.2	Item a Inspeccionar	65
4.12.3	Frequência de Inspeção	65
4.12.4	Providências	66

4.13	Controle de Ligação Metalúrgica - Pistão/Porta-Anel	67
4.13.1	Definições e Terminologia	67
4.13.2	Métodos de Inspeção	70
4.13.3	Critérios de Aprovação	75
4.13.4	Frequência de Inspeção por Ultrassom	76
4.14	Tratamento Térmico	77
4.14.1	Equipamento	77
4.14.2	Tratamento de Precipitação	78
4.14.3	Inspeção de Temperaturas.....	79
4.14.4	Inspeção da Duração	79

Capítulo V - QUALIDADE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO - USINAGEM

5.1	Usinagem e Inspeção na Usinagem	82
5.2	Plano de Trabalho	84
5.3	Folhas de Operação	84
5.3.1	Definição	84
5.3.2	Simbologia e Abreviações Existentes nas Folhas de Operação	103

Capítulo VI - QUALIDADE DO PRODUTO FINAL

6.1	Inspeção Final	105
6.2	Frequência de Inspeção	105
6.3	Registros de Ocorrências	106
6.4	Pistões Rejeitados	108
6.5	Retrabalho de Peças Refugadas	108

BIBLIOGRAFIA	110
--------------------	-----

ANEXOS

1. Desenhos
2. Tabelas I e II referentes ao controle periódico de instrumentos de medição
3. Terminologia do porta-anel e disposição dos transdutores para o método de transparência e para o método de reflexão
4. Folhas de Operação do Pistão P-XXXXPA

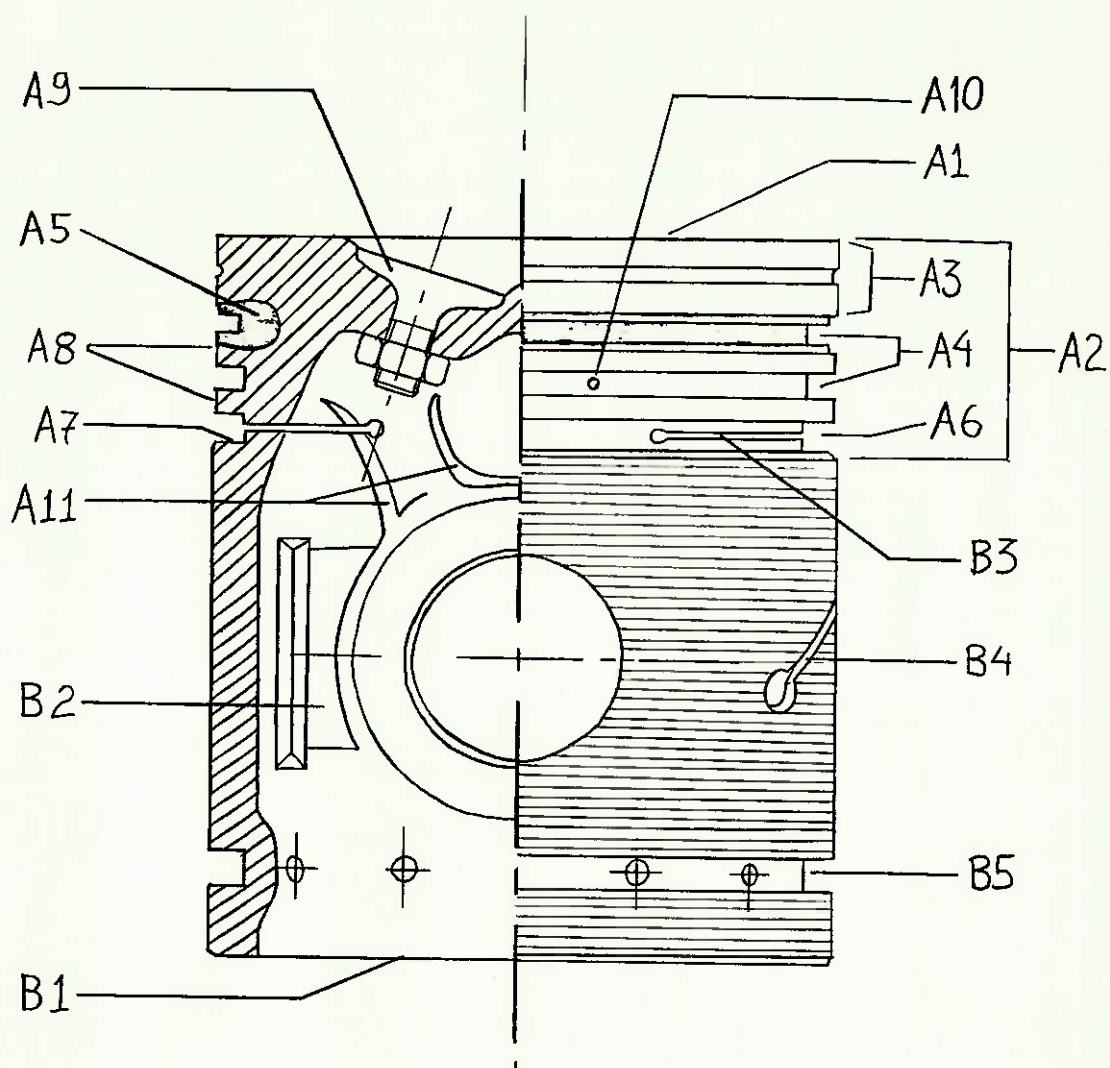


CAPÍTULO I

PROJETO DO PRODUTO

1.1 PISTÃO DE COMBUSTÃO INTERNA

1.1.1 GENERALIDADES



A. Cabeça: parte superior do pistão , situada acima da saia, onde estão localizadas todas ou quase todas as canaletas para anéis.

- A.1. Topo: superfície superior da cabeça contra a qual os gases de combustão exercem pressão. Podem ser côncavos, convexos, possuir rebaixos para válvulas, câmaras de combustão etc.
- A.2. Zona dos Anéis: parte da cabeça onde estão localizadas as canaletas para anéis.
- A.3. Zona de Fogo: parte da zona de anéis compreendida entre o topo e a primeira canaleta. Nesta zona poderão existir sulcos de barreiras térmicas e ressaltos ou ranhuras para redução do atrito com a parede do cilindro.
- A.4. Canaletas para anéis de compressão: canaletas situadas ao longo da circunferência do pistão, na parte superior da zona dos anéis.
- A.5. Porta-Anel: uma ou mais inserções de aço ou de ferro fundido, num pistão de liga de alumínio, ligadas metalúrgica ou mecanicamente, durante o processo de fundição nas quais são usinadas canaletas para anéis de compressão.
- A.6. Caneltas para anéis de óleo: canaletas situadas ao longo da circunferência do pistão, na parte mais baixa da zona dos anéis e em alguns casos também na saia do pistão. São geralmente mais largas do que as para os anéis de compressão e têm orifícios ou fendas no fundo para passagem de óleo lubrificante.

- A.7. Flancos das canaletas: superfícies laterais das canaletas; região de contato com os anéis.
- A.8. Paredes entre canaletas: as partes da zona dos anéis que separam duas canaletas entre si.
- A.9. Plugue: peça de aço, inserida no topo do pistão de motores Diesel, com a finalidade de proteger a zona de injeção.
- A.10. Pinos de Segurança: pinos inseridos nas canaletas com a finalidade de evitar a rotação dos anéis, geralmente usados em motores de dois tempos.
- A.11. Nervuras: reforços nas paredes internas do pistão.
- B. Saia: parte do pistão compreendida entre a cabeça e a boca. A saia forma uma superfície de deslizamento e guia do pistão dentro do cilindro.
- B.1. Boca: a extremidade aberta do pistão.
- B.2. Chapas autotérmicas: chapas de aço inseridas na saia do pistão, durante o processo de fundição. Têm a finalidade de controlar a dilatação do pistão.
- B.3. Fendas transversais: cortes no fundo da canaleta de óleo, ou logo abaixo das mesmas, com a finalidade de permitir a passagem do mesmo, e servir de barreira térmica

e dar maior flexibilidade à saia.

- B.4. Fendas Longitudinais: corte na saia, com a finalidade de permitir maior elasticidade da mesma.
- B.5. Canaleta de Óleo Inferior: canaleta ao longo da circunferência do pistão, logo acima da boca, com furos para passagem de óleo.

1.1.2 CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

O pistão no motor de combustão interna tem três características funcionais:

- a) constituir uma parede móvel da câmara de combustão permitindo a variação do volume da câmara;
- b) receber a pressão dos gases e transmiti-la à biela;
- c) formar um conjunto que permite transmitir o componente horizontal da força dos gases devido à inclinação da biela, para as paredes do cilindro. Por causa das pressões atingidas na câmara de combustão, o pistão deve constituir uma parede móvel tão estanque quanto possível.

Entre suas diversas partes, distinguem-se duas:

- . a cabeça que recebe a pressão e a temperatura dos gases e onde se alojam os anéis;
- . o corpo, cuja função é servir de guia para a cabeça (ver item 1.1.1).

1.1.3 TEMPERATURAS NO PISTÃO

A cabeça do pistão se aquece mais do que as paredes do cilindro, que são resfriadas por H_2O . Por outro lado, a temperatura da cabeça é maior do que a do corpo, porque aquela está sujeita à temperatura dos gases queimados. Por esse motivo, a cabeça do pistão é construída com diâmetro menor que o cilindro, portanto o pistão não é capaz, sozinho, de dar uma boa estanqueidade para os gases, motivo pelo qual se torna necessário o uso de anéis, que são colocados em ranhuras usinadas no pistão.

O calor absorvido pela cabeça do pistão é dissipada:

- . através dos anéis para a parede do cilindro;
- . através do corpo do próprio pistão, em contato com a parede do cilindro;

. através do óleo de lubrificação e do ar debaixo do pistão.

Várias experiências mostraram que a maior parte de calor é dissipada pelo pistão através dos anéis e entre estes, o mais solicitado é o primeiro anel.

O calor carregado pelo óleo e ar debaixo do pistão é muito pequeno (menos de 10%) e pode ser desprezado em face do transmitido pelos anéis.

Ao lado do anel superior, a espessura da cabeça do pistão é um problema bastante grave, pois dela irá depender o peso do pistão e ao mesmo tempo a trasnferência de calor para a circunferência externa.

1.1.4 MATERIAIS DOS PISTÕES

Os materiais dos pistões devem preencher as seguintes condições:

- a) boa resistência mecânica;
- b) dureza relativa;
- c) alto coeficiente de condutibilidade térmica;
- d) pequeno peso específico;
- e) baixo coeficiente de dilatação térmica;

- f) boa resistência ao desgaste;
- g) boa fundibilidade ou forjabilidade.

Entre as ligas mais utilizadas estão AlCu e AlSi. As ligas AlCu apresentam melhor condutibilidade térmica e as ligas AlSi, melhor resistência ao desgaste e menor coeficiente de dilatação.

As ligas AlSi são usadas na maioria dos casos, se bem que todas têm uma certa quantidade de Cu. Tal uso se deve ao seu baixo coeficiente de dilatação, o qual varia linearmente com o teor de Si e vale $18 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ para cerca de 20% de Si. O aumento do teor de Si aumenta a temperatura de fusão.

Por causa do menor coeficiente de dilatação, as ligas AlSi permitem menores folgas entre o pistão e o cilindro, se bem que devido ao menor coeficiente de condutibilidade térmica, são necessárias maiores secções transversais para o escoamento de calor.

1.1.5 DESGASTE DOS PISTÕES

Fora os casos anormais, os desgastes de pistões são muito pequenos, sendo cerca de 10 vezes menores que os dos cilindros. Assim a substituição de um pistão se deve mais ao desgaste do cilindro com a necessidade de retificá-lo e utili

zar um pistão de diâmetro maior do que ao desgaste deste.

Quando o lubrificante contiver impurezas, estas poderão se incrustar no pistão, que é relativamente mole, ocasionando então um desgaste maior.

Com bastante frequência, encontram-se também desgastes nas ranhuras dos anéis, motivados pela existência de corpos estranhos ou rebarbas na usinagem. Acrescentam-se a isso as altas temperaturas reinantes nos anéis.

Por fim, há ainda desgastes devido à corrosão do combustível e dos gases queimados, provenientes de uma combustão incompleta.

1.2 PISTÃO P-XXXXPA

1.2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com base nos desenhos do fabricante do motor, em que este pistão é utilizado, foram executados os desenhos de porta-anel, pistão bruto, pistão acabado e a tabela de diâmetros, conservando todas as tolerâncias, especificações, normas e informações constantes no desenho original. Todos os valores nu

méricos foram convertidos para o sistema métrico, de acordo com a exigência da lei brasileira.

1.2.2 DESENHOS E ESPECIFICAÇÕES

Vide anexo 1.

CAPÍTULO II

EQUIPAMENTOS DE MEDIDAS E TESTES

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A empresa mantém-se equipada com instrumentos e aparelhos de medição, dispositivos de controle e de ensaios necessários para assegurar que os seus produtos estejam de acordo com as especificações requeridas. Mantém, dentro do necessário e prático, programas escritos para a manutenção deste equipamento e sua periódica verificação e aferição. Incluem-se nestes programas os dispositivos e ferramentas que servem também para finalidade de inspeção.

Novos instrumentos e aparelhos de controle, ao serem recebidos, são devidamente inspecionados e registrados pelo Laboratório Metrológico, sendo, ao mesmo tempo, incluídos no programa de aferição.

2.2 CONTROLE PERIÓDICO DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

2.2.1 MÉTODO DO CALENDÁRIO A CORES

A. DESCRIÇÃO

Consiste em relacionar a cada mês do ano uma cor ou combinação de duas cores. Para uso na empresa é válido o calendário indicado abaixo:

Janeiro	- vermelho	Julho	- vermelho/preto
Fevereiro	- branco	Agosto	- azul/vermelho
Março	- azul	Setembro	- azul/preto
Abril	- verde	Outubro	- verde/preto
Maior	- amarelo	Novembro	- amarelo/preto
Junho	- preto	Dezembro	- verde/amarelo

Para efeito de divulgação, este calendário é apresentado em quadros distribuídos para todos os setores que, direta ou indiretamente, manipulam os instrumentos sob controle.

A cada instrumento sujeito ao controle periódico corresponde uma ficha na qual consta:

- a) dizeres identificadores do instrumento, tais como denominação, número, capacidade, assinatura do se-

tor responsável etc.

- b) registro de período de controle de instrumento (vide anexo 2, tabela I);
- c) uma marca colorida anexada à ficha e que pode ser trocada, para indicar o mês em que o instrumento será controlado;
- d) registro das datas nas quais o instrumento foi controlado;
- e) assinaturas dos inspetores responsáveis pelas diversas inspeções efetuadas no instrumento;
- f) observações.

Instrumento e ficha apresentam uma mesma marca colorida até a data em que o instrumento é inspecionado.

Nesta data, muda-se em ambas a cor por outra que indicará o mês em que o instrumento será novamente inspecionado.

A assinalação da cor é feita:

- . na ficha, com clip colorido, colocado na borda superior;
- . no instrumento, com uma pinta feita com tinta.

Assim, no transcurso de um determinado mês, por exemplo, janeiro (vermelho), todas as fichas marcadas em vermelho

são retiradas dos arquivos e seus correspondentes instrumentos são recolhidos e inspecionados. Após a inspeção, o instrumento e sua respectiva ficha recebem uma nova marca colorida, que corresponde ao mês em que novamente será feita a inspeção. Ficarão com a mesma marca colorida quando o período de inspeção for anual. Esta sistemática é também assegurada pelo Centro de Processamento de Dados, que, através de computadores, emite mensalmente a listagem de todos os instrumentos que devem ser reinspecionados no mês.

B. RESPONSABILIDADES

- B.1. Caberá ao Laboratório Metrológico a responsabilidade pela requisição dos instrumentos aos usuários, sua inspeção conforme acima descrito, registro dos resultados e arquivamento das fichas.
- B.2. Caberá a cada usuário:
- . a responsabilidade pela posse, guarda, controle e conservação dos instrumentos em seu poder;
 - . o recolhimento e a entrega dos instrumentos para aferição sob requisição do Laboratório Metrológico.
- B.3. A fim de garantir tempo suficiente entre a requisição do instrumento e sua entrega pelo usuário, as requisições serão feitas com antecedência mínima de 30 dias corridos (em relação ao início do mês de vencimento).

C. REFERÊNCIA PARA CONTROLE

Dependendo do tipo de instrumento, é válido como referência para o controle, o desenho, especificação ou manual do fabricante. As aferições, limpezas e consertos serão feitos por pessoal especialmente treinado no Laboratório Metrológico. Quando um instrumento não atender às suas especificações, ele será colocado pelo Laboratório Metrológico fora de uso ou, quando possível, enviado à Engenharia ou ao fabricante para sua recuperação. Voltará ao uso após liberado pelo Laboratório Metrológico.

2.2.2 MÉTODO DE INSPEÇÃO SEMANAL

A. DESCRIÇÃO

É um método para aferir instrumentos de controle de uso constante na Produção e/ou Inspeção e sujeitos a rápido desgaste ou a frequentes desregulagens.

Devido ao desgaste ou à desregulagem, tais instrumentos não devem permanecer em uso por período superior a uma semana sem serem recontrolados. O método consiste em corresponder a cada instrumento uma ficha e preparar um arquivo, por exemplo, uma caixa com seis divisões, cada uma correspondente a um dia da semana, com exceção do domingo.

Sempre que um instrumento entrar em operação, sua ficha será colocada na divisão correspondente ao dia da semana em que ele está iniciando sua operação. Ao início de um determinado dia de trabalho, as fichas da divisão correspondente serão retiradas e os respectivos instrumentos submetidos a re controle.

Se o instrumento encerrar sua operação antes de se completar o período de sete dias, também nesta condição ele será submetido a recontrole.

B. APLICAÇÕES E RESPONSABILIDADES

B.1. Calibradores passa-não-passa para largura de canaletas de pistões: é da responsabilidade do Depósito de Ferramentas, sob supervisão da Engenharia, a aplicação do método, cabendo à Metrologia a responsabilidade pela aferição do instrumento e pelos registros na ficha. As referências para o controle destes calibradores são as normas da Engenharia. Os calibradores que não estiverem de acordo com estas normas são retirados de circulação pela Metrologia.

2.2.3 CONTROLE PERIÓDICO DE BALANÇAS

Este controle é feito por firmas especializadas, apro

vadas pelo Controle de Qualidade e que mantêm contrato com a empresa para a verificação e aferição periódica de balanças.

Para as balanças de uso na Produção e Inspeção, o período é de quatro meses.

Para as balanças de uso nos laboratórios (químico e Metrológico), as aferições são semestrais.

Para as balanças rodoviárias, as aferições são trimestrais.

Em cada balança, deverá estar afixada uma etiqueta na qual serão lançadas as datas de aferições e assinaturas dos responsáveis pelas mesmas.

O controle consta de: limpeza, manutenção, aferição e, quando necessário, consertos.

2.2.4 CONTROLE PERIÓDICO DOS PADRÕES PRIMÁRIOS

A. DESCRIÇÃO

É um método para aferir os padrões de medida, considerados primários, através de aferições periódicas efetuadas por instrumentos de medidas oficialmente reconhecidos ou pelos fa

bricantes ou seus representantes; tais padrões são considerados primários por terem uso restrito unicamente à aferição de instrumentos, os quais, por sua vez, aferem os instrumentos de uso pelas inspeções e pela produção.

B. APLICAÇÃO

Aplica-se aos seguintes instrumentos, considerados como padrões primários:

- . uma caixa de blocos-padrão de alta precisão;
- . um jogo de pesos-padrão de 1,2 a 3 kgf;
- . uma caixa potenciométrica (para pirometria);
- . um dinamômetro (para máquina de teste);
- . dois anéis dinamométricos (para máquinas de dureza).

C. RESPONSABILIDADES

Cabe à Metrologia enviar os instrumentos mencionados periodicamente aos institutos de medida ou aos fabricantes para aferição e certificação.

2.2.5 PROCEDIMENTO INICIAL DE CONTROLE PARA NOVAS FERRAMENTAS

A. DESCRIÇÃO

Este método de controle é aplicável para as novas ferramentas de usinagem ou inspeção, fabricadas pela Ferramentaria.

B. PROCEDIMENTO

A Ferramentaria deve enviar as ferramentas para o Laboratório Metrológico. O Laboratório Metrológico deve inspecionar as ferramentas, fazer as anotações necessárias no caderno de registros e amarrar ou colar em cada ferramenta aprovada uma etiqueta contendo todas as informações pertinentes, para mostrar que ela foi efetivamente inspecionada e aprovada. As ferramentas rejeitadas retornam à Ferramentaria para reparo, ou para serem refugadas e substituídas. Em ambos os casos, são feitas as anotações necessárias no caderno de registro para mostrar a razão da rejeição. Ferramentas reparadas devem retornar ao Laboratório Metrológico para serem re-inspecionadas.

C. APLICAÇÃO

Este procedimento é aplicável para as ferramentas consu

tantes no Anexo 2, Tabela II.

D. RESPONSABILIDADES

A Ferramentaria é responsável pelo envio de novas ferramentas ao Laboratório Metrológico e pela liberação para Produção somente daquelas ferramentas que foram aprovadas.

O Laboratório Metrológico deve inspecionar as ferramentas, etiquetá-las, fazer as anotações necessárias e, posteriormente, enviá-las para a Ferramentaria.

A Ferramentaria é responsável pela substituição das ferramentas rejeitadas e envio das ferramentas reparadas ao Laboratório Metrológico para serem reinspecionadas.

E. REFERÊNCIAS PARA CONTROLE

Devem ser usados como referência para controle os desenhos das ferramentas e as especificações da Engenharia.

CAPÍTULO III

QUALIDADE DO MATERIAL RECEBIDO

3.1 MATÉRIA-PRIMA

As matérias-primas necessárias para a produção de peças são fornecidas por firmas idôneas, nacionais ou estrangeiras. Na "Ordem de Compra" emitida, são registradas todas as especificações requeridas, bem como todos os detalhes necessários.

Estas especificações, emitidas pelo Controle de Qualidade, são anexadas às Ordens de Compra como "Especificações de Material - EM".

Sempre que possível, a matéria prima deve ser fornecida com um "Certificado de Qualidade" emitido pelo fabricante. Este certificado deve apresentar as especificações do material que, por sua vez, deverão estar de acordo com os requisitos estabelecidos na "EM", garantindo assim a qualidade do material fornecido. Todas as matérias-primas recebidas são submetidas a análises e testes.

3.2 RECEBIMENTO DE MATERIAIS E INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO

Todo material recebido é submetido a inspeção de recebimento. Por ocasião do recebimento de um lote de material, o setor de Recebimento emite um impresso "Aviso de Entrada", com cópia à Inspeção de Recebimento, para que tome providências imediatas para análise do material.

Os materiais são descarregados em locais onde são separados em lotes e identificados com fichas. É dada especial atenção à separação entre materiais não analisados, liberados e rejeitados.

A Inspeção de Recebimento processa as inspeções dimensionais, retira amostras dos materiais e envia ao Laboratório que executa análises e testes.

Com base nos resultados das análises e testes, a Inspeção de Recebimento libera ou rejeita o material recebido e emite um "Relatório de Inspeção".

A retirada de amostras, os procedimentos de teste e os critérios de aceitação ou rejeição, obedecem especificações do Controle de Qualidade.

3.3 INSPEÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS DESTINADAS À FUNDIÇÃO DO PISTÃO P-XXXXPA

Este item tem por objetivo estabelecer os requisitos de qualidade, os critérios de amostragem e de aceitação e os procedimentos de ensaio aplicáveis na inspeção de recebimento de matérias-primas para a elaboração da liga utilizada na manufatura do pistão P-XXXXPA.

3.3.1 REQUISITOS DE QUALIDADE

3.3.1.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA, EM PORCENTAGEM

A. Liga de Alumínio em Lingotes

LIGA	Si	Cu	Ni	Mg	Fe*	Mn	Cr	Zn	Ti	Al
M-124	11,0 13,0	0,80 1,50	0,80 1,30	0,80 1,30	0,70 máx.	0,20 máx.	-	0,20 máx.	0,20 máx.	rest.

Outros cada: 0,05 máximo

Outros total: 0,15 máximo

OBS.: (*) Os limites máximos para o teor de ferro são vá-

lidos para os pistões acabados e provêm das especificações originais (SAE, etc). Na elaboração e recuperação das ligas, entretanto, devem ser observados os seguintes limites:

- a) para ligas previamente preparadas considerar 0,5% como o teor máximo admissível para o Fe.
- b) para ligas refundidas considerar 1,0% como o teor máximo admissível para o Fe, mas diluir a liga antes do uso.

B. Alumínio puro (995 A - ASTM B 179) em lingotes

Al	99,5 mín.*
Fe	0,3 máx.
Mn	0,03 máx.
Si	0,20 máx.
Cu	0,05 máx.

Outros elementos, cada 0,03 máx.

Outros elementos, total 0,15 máx.

* OBS.: O teor de alumínio é a diferença entre 100% e a soma de todos os demais elementos metálicos presentes em teores de 0,01% ou mais.

C. Liga Magnésio-Alumínio (Mg 88 - Al 12) em lingotes

Al	8,0 - 15,0	Si	0,2 máx.
Mn	0,2 máx.	Cu	0,2 máx.
Zn	0,2 máx.	Ni	0,2 máx.
Fe	0,3 máx.	Mg	restante

D. Silício metálico em fragmentos ("pedras")

Si	98,5 mín.
Fe	0,3 máx.
Ca	0,2 máx.
C	0,1 máx.
Outros elementos, cada	0,20 máx.
Outros elementos, total	0,90 máx.

E. Níquel (tipo eletrolítico) em briquetes ou catodos cortados

Ni	98,5 mín.
Co	0,5 máx.
Cu	0,5 máx.
C	0,1 máx.
Fe	0,3 máx.
S	0,05 máx.
Outros elementos, cada	0,1 máx.

F. Cobre (ABNT EB 346) em lingotes ou fragmentos (granulado)

Cu + AG	99,88 mín.	Ni	0,05 máx.
As	0,012 máx.	Te + Se	0,025 máx.
Sb	0,003 máx.	Pb	0,004 máx.
Bi	0,003 máx.		

G. Chumbo (Tipo Common Desilverized Lead, tabela I, ASTM B 29) em lingotes

Pb	99,85 mín.	Zn	0,002 máx.
Bi	0,15 máx.	Outros, total	0,005 máx.
Fe	0,002 máx.		

H. Estanho (Grade B, ASTM B 339 e ABNT P-EB-173, classe 9980-A) em lingotes

Sn	99,80 mín.	As	0,03 máx.
Pb	0,04 máx.	Fe	0,01 máx.
Bi	0,02 máx.	Sb	0,04 máx.
Cu	0,03 máx.	Outros, total	0,03 máx.

3.3.2 CRITÉRIOS DE AMOSTRAGEM E ACEITAÇÃO

A. Considera-se como um lote o conjunto de material de mesma constituição, proveniente de uma mesma remessa e de um mesmo fornecedor. No caso de material em lingotes, um lote pode ser formado de uma ou várias corridas.

B. AMOSTRAGEM DE MATÉRIA-PRIMA EM LINGOTES

B.1. De cada lote devem ser retirados lingotes de amostra em obediência à norma NB 309, nível de inspeção I, plano de amostragem simples, inspeção atenuada.

B.1.1. A quantidade de lingotes retirada como amostra deve representar proporcionalmente todas as corridas existentes no lote.

B.1.2. No caso em que o número de corridas existentes no lote seja maior que o número de amostras determinado pela norma NB 309, deve ser retirado, como amostra, um lingote por corrida.

B.2. De cada lingote constituinte da amostragem devem ser retirados ou um segmento do lingote ou cavacos resultantes de um furo passante feito por broca na parte central do lingote ou resultantes do torneamento de uma seção transversal do lingote.

B.2.1. Os cavacos assim obtidos de lingotes de uma mesma cor rida devem ser completamente misturados e quarteados até uma quantidade mínima necessária para a realização da análise química.

B.2.2. Os segmentos de lingotes são utilizados para análise espectrométrica.

C. AMOSTRAGEM DE MATÉRIA-PRIMA EM FRAGMENTOS

C.1. De cada recipiente (caixa, tambor etc.) deve ser retirado um fragmento de material. De cada fragmento assim obtido, será extraída uma amostra por tritramento (pó) ou por usinagem (cavacos), dependendo do material.

C.1.1. As amostras assim obtidas devem ser completamente misturadas e quarteadas até uma quantidade mínima necessária para a realização da análise química.

D. ACEITAÇÃO

O lote, quando se tratar de material fragmentado, ou a corrida, quando se tratar de material em lingotes, somente será aceito quando a composição obtida pela análise química estiver em acordo com o especificado na seção 3.3.1.

D.1. Caso os resultados obtidos pela análise química não a-

tendam o especificado na seção 3.3.1., deverão ser realizadas duas novas análises. Para tal deve ser efetuado um segundo quarteamento, sobre os cavacos restantes do primeiro, até obter-se uma quantidade mínima necessária para a execução das duas novas análises.

D.1.1. Se os resultados obtidos nas duas novas análises atenderem o especificado na seção 3.3.1., o lote ou a corrida deverão ser aceitos, respectivamente, no caso de material fragmentado ou de material em lingotes.

D.1.2. Se uma das duas novas análises apresentar resultado que não atenda o especificado na seção 3.3.1., o lote ou a corrida deverão ser rejeitados.

D.2. As ligas refundidas serão sempre liberadas desde que os elementos fora de especificação possam ser técnica e economicamente corrigidos nas Fundições.

D.3. Caso um lote de matéria-prima apresente outras deficiências que não de composição química, a decisão de aceitação ou rejeição ficará, na ocasião, a critério do Controle de Qualidade.

3.3.3 PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

- A. Análise química: deverão ser utilizados métodos de análise química ou espectrométrica padronizados segundo ASTM ou ISO.
- A.1. A análise deve ser regularmente feita apenas para os elementos especificados na seção 3.3.1. Entretanto, se surgirem suspeitas de presença de outros elementos, antes ou durante a execução da análise, uma segunda análise deverá ser realizada para determinar se estes outros elementos não excedem os limites de tolerâncias constantes nas especificações.

3.3.4 DISPOSIÇÕES FINAIS

- A. O controle de Qualidade poderá, a qualquer momento, estabelecer planos de amostragem ou critérios de aceitação mais rigorosos sempre que surjam dúvidas sobre a qualidade dos fornecimentos.
- B. O fornecedor deve identificar todos os lingotes com suas respectivas corridas através de marcações gravadas, carimbadas ou pintadas sobre os mesmos. Admite-se a identificação da corrida no próprio "amarrado", desde que todos os

lingotes constituintes do "amarrado" sejam provenientes desta mesma corrida.

- C. A Inspeção de Recebimento deve identificar cada lote através de uma ficha especial, onde devem figurar todos os dados relativos ao lote, bem como a indicação de aprovação ou rejeição. Deve haver perfeita separação entre lotes não analisados, liberados e rejeitados. Todos os componentes do lote (lingotes, caixas, tambores etc.) devem receber uma marca carimbada, gravada ou pintada que os identifique com o lote referido.
- D. Todas as análises efetuadas devem ter seus resultados registrados em formulários adequados que permanecerão em arquivo por um prazo mínimo de dois anos.
- E. Com base nos resultados das análises, a Inspeção de Recebimento procede a liberação ou a rejeição do lote.

3.4 INSPEÇÃO DE PORTA-ANÉIS DE Ni-RESIST DESTINADOS À FUNDIÇÃO DO PISTÃO P-XXXXPA

Este item tem por finalidade estabelecer os requisitos de qualidade, os critérios de amostragem e de aceitação e os procedimentos de ensaio aplicáveis na inspeção de recebimento

de porta-anéis de Ni-Resist.

3.4.1 REQUISITOS DE QUALIDADE

3.4.1.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA, EM PORCENTAGEM

Carbono total:	2,00	-	3,00%
Silício	:	1,00	- 3,00%
Manganês	:	1,00	- 1,50%
Níquel	:	13,50	- 17,50%
Cobre	:	5,50	- 7,50%
Cromo	:	1,75	- 2,50%
Fósforo	:	0,12%	máx.
Enxofre	:	0,10%	máx.
Outros, total:		0,005%	máx.

O material deve estar isento de contaminação com chumbo e alumínio.

3.4.1.2 DUREZA

Deve ser Brinell (3000 kgf/10 mm) (125-160) kgf/mm².

Rockwell B (72 - 84)

Rockwell G (32 - 55)

3.4.1.3 ESTRUTURA

O material deve apresentar uma matriz austenítica estável, com alguns carbonetos dispersos, sem formação de redes, mesmo descontínuas.

Configuração da grafita (ASTM A247)

ASTM tipo A (tamanho 5 - 8) - predominante

ASTM tipo D - desejável 20% máximo

ASTM tipo E - desejável 10% máximo

ASTM tipo B - desejável 5% máximo

Outras formas, como ASTM tipo C, módulos, blocos ou grafita "kish", não são admissíveis.

3.4.1.4 DIMENSÕES E QUALIDADE GERAL DE FABRICAÇÃO

Os porta-anéis devem obedecer integralmente as especificações dimensionais dadas por seus respectivos desenhos e devem mostrar-se isentos de porosidades em toda e qualquer de suas seções.

A superfície dos porta-anéis deve ser limpa, isenta de oleosidade, sem marcas anormais de usinagem, livre de rebarbas, trincas e qualquer outro defeito superficial resultante dos processos de fundição ou usinagem.

Os porta-anéis não deverão apresentar qualquer indicio de reação magnética (atração pelo ímã).

3.4.2 CRITÉRIOS DE AMOSTRAGEM E ACEITAÇÃO

- A. Considera-se como lote o conjunto de peças de mesma consti tuição, mesmo tipo e provenientes de uma única remessa e de um mesmo fornecedor.
- B. Para a inspeção da composição química deve ser retirada uma peça como amostra de cada lote. Caso a composição quí mica desta amostra **não** satisfaça integralmente o especifi cado no item 3.4.1.1, mais duas novas amostras serão reti radas. Se a composição química destas duas novas amostras estiver correta, o material será liberado. Caso a composi ção química de uma das duas novas amostras esteja incorreta, o material será rejeitado.
- C. Para a inspeção de estrutura deve ser retirada uma peça como amostra de cada lote. Os corpos de prova para análi se metalográfica devem ser retirados da seguinte forma:

Porta-anéis - da amostra deve ser retirado um corpo de prova, representando integralmente uma seção radial do por ta-anel.

Caso a microestrutura da amostra **não** satisfaça integralmente o especificado no item 3.4.1.3, deverão ser tomadas mais duas peças de amostra. Se a microestrutura destas duas novas amostras estiver correta, o material será libe rado. Se a microestrutura de uma das novas amostras esti ver incorreta o material será rejeitado.

- C. Para a inspeção de dureza devem ser retiradas três peças como amostra. Se a dureza destas três amostras estiver de acordo com o especificado no item 3.4.1.2., o lote será aprovado. Se a dureza de, no máximo, uma das três amostras estiver em desacordo com o especificado no item 3.4.1.2., será procedida uma reamostragem. Se duas das três amostras estiverem em desacordo com o especificado naquele item, o lote será rejeitado.

A reamostragem referida, anteriormente, se procederá com a retirada de seis novas peças. O lote será aprovado na reamostragem se estas seis novas amostras satisfizerem o especificado em 3.4.1.2.

Considera-se como dureza da amostra a média de, no mínimo, quatro impressões a 90° uma da outra.

- D. Para a verificação dos requisitos estabelecidos no item 3.4.1.4, serão retiradas amostras de cada lote conforme a norma NB-309/01, nível de inspeção II, plano de amostragem simples - normal. Se forem encontrados defeitos nas amostras, efetuar inspeção completa do lote, separando as peças defeituosas para devolução ao fornecedor.

3.4.3 PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

3.4.3.1 ANÁLISE QUÍMICA

Deverão ser utilizados métodos de análise química ou espectrométrica padronizados segundo ASTM ou ISO.

A análise deve ser regularmente feita apenas para os elementos especificados na seção 3.4.1.1. Entretanto, se surgirem suspeitas da presença de outros elementos, antes ou durante a execução da análise, uma segunda análise deverá ser realizada para determinar se estes outros elementos não excedem os limites de tolerância constantes na especificação.

3.4.3.2 ANÁLISE METALOGRAFICA

O ensaio metalográfico será orientado pelos procedimentos estabelecidos no método ASTM E3, ASTM A247 e ISO R-945.

3.4.3.3 ANÁLISE DE DUREZA

O ensaio de dureza será orientado pelos procedimentos estabelecidos nos métodos ASTM E10, ASTM E18 ou ISO R-184.

3.4.4 DISPOSIÇÕES FINAIS

- A. O Controle de Qualidade poderá, a qualquer momento, estabelecer planos de amostragem mais rigorosos sempre que surjam dúvidas sobre a qualidade dos fornecimentos, caso em que a Inspeção de Recebimento deverá ser notificada.
- B. Qualquer desvio para aprovação de material que não satisfaça os requisitos acima estabelecidos, só poderá ser concedido através do Controle de Qualidade.
- C. A Inspeção de Recebimento deve identificar cada lote através de uma ficha especial, onde devem figurar todos os dados relativos ao lote, bem como a indicação de aprovação ou rejeição.
 - C.1. Deve haver perfeita separação entre lotes não analisados, liberados ou rejeitados.
- D. Os resultados das inspeções efetuadas no recebimento devem ser devidamente registrados e mantidos em arquivo por um prazo mínimo de dois anos.
- E. Com base nos resultados das análises, ensaios e medições, a Inspeção de Recebimento procede à liberação ou rejeição do lote através do Relatório de Inspeção.

CAPÍTULO IV

QUALIDADE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO FUNDIÇÃO

4.1 FUNDIÇÃO

Todos os processos utilizados para a fundição de pistões são conduzidos de forma a atender os requisitos finais estabelecidos nas especificações e desenhos do fabricante do motor.

O processo de fundição compreende três estágios principais: preparação e fusão das ligas, fundição do pistão em coquilhas e tratamento térmico.

Após as etapas de preparação e fusão, a composição química das ligas é controlada através de análises espectrométricas. Todas as corridas destinadas à produção são analisadas.

Durante o processo de fundição de pistões, as temperaturas, as condições do ferramental, as dimensões dos pistões e a ocorrência de defeitos de fundição são itens sujeitos à inspeção que se repetem periodicamente.

Após o tratamento térmico, os pistões são inspecionados quanto à dureza, em obediência à especificação.

4.2 FLUXOGRAMA DA FUNDIÇÃO

4.2.1 DESCRIÇÃO

A. RETORNO

O retorno é composto de canais, massalotes, refugos, bolas, cavacos e refundidos.

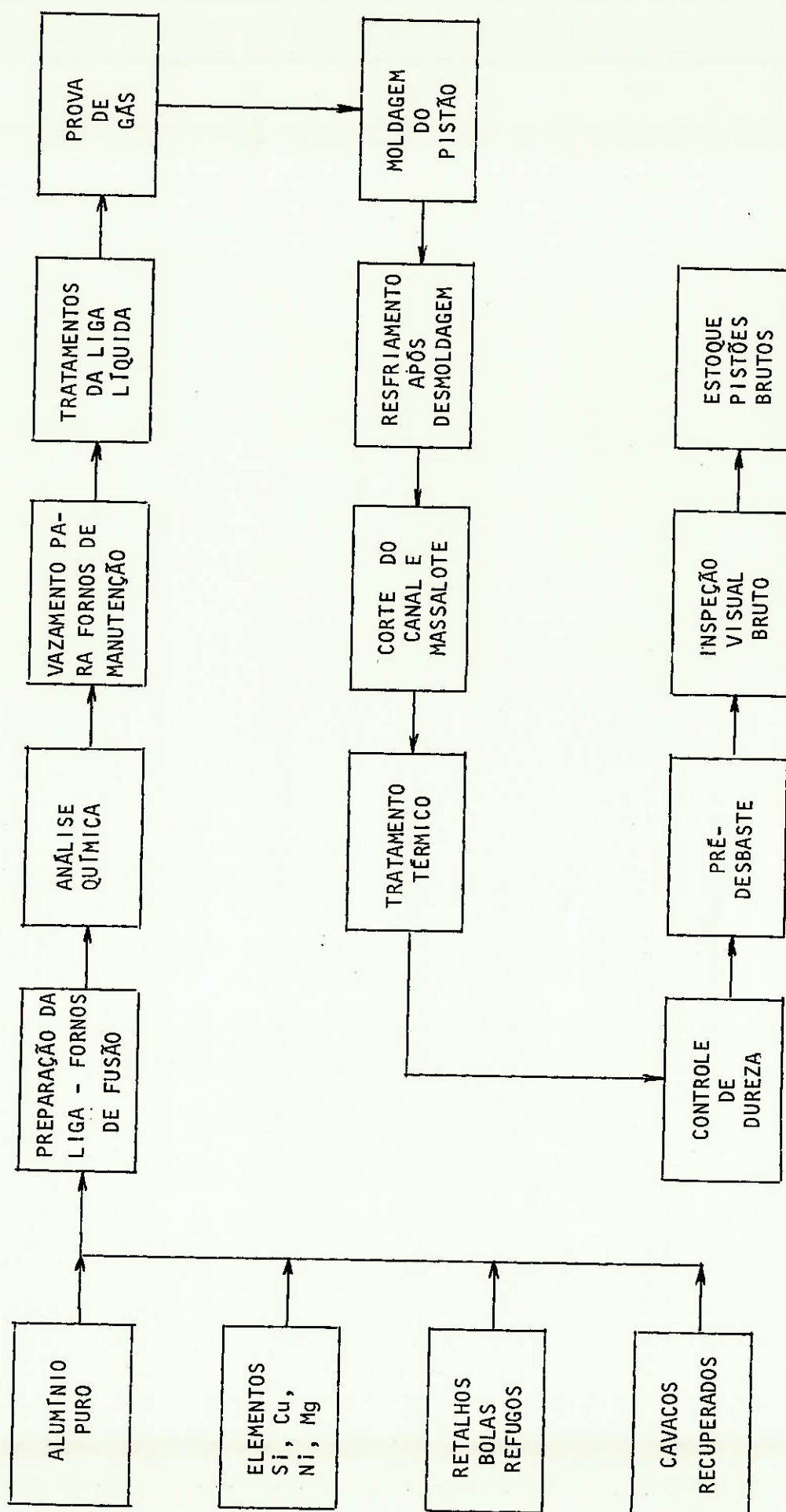
Os canais provêm diretamente do corte, enquanto que o refugo pode surgir nas coquilhas, na usinagem e no próprio corte.

B. FORNOS DE FUSÃO A ÓLEO

Os fornos de fusão a óleo são em número de onze, com capacidade de até 2500 kg.

Trabalham na fusão de ligas pré-preparadas e na fusão de retalhos e refugos e suas funções são de produzir metal fundido, com uma composição química conhecida, e enviá-lo para os fornos de indução ou diretamente para os fornos de manutenção. Algumas vezes fundem alumínio puro, para preparação da liga Alfim.

Trabalham a uma temperatura média de 730°C para ligas



eutéticas (11-13% Si) e a 780°C para ligas hipereutéticas (acima de 17% de Si).

C. LINGOTES DE AL E ELEMENTOS DE LIGAS

Lingotes de alumínio e elementos de liga são pesados e, nos casos dos elementos de ligas, são serrados em pedaços menores. São calculados e adicionados à carga do forno com a finalidade de se obter uma exata composição química do material.

Os elementos utilizados são Cu, Ni, Mg, Cr e silício metálico.

D. FORNOS DE FUSÃO À INDUÇÃO

Os fornos de fusão à indução são em número de seis, variando com a capacidade de 600 até 3200 kg. Trabalham normalmente com 50% de carga morta, ou seja, metade de sua capacidade já está fundida. Os outros 50% são lingotes de alumínio e elementos de liga.

Trabalham com as mesmas temperaturas dos fornos a óleo.

E. FORNOS DE ESPERA À RESISTÊNCIA

São cerca de 120 fornos com capacidade de 240 kg e sua função é manter a carga líquida dentro da temperatura de trabalho, que provém dos fornos à indução ou a óleo, com composição química correta, ou seja, mantê-la pronta para o vazamento a qualquer instante.

Esses fornos são agrupados em duplas (cada operador trabalha com dois fornos). Enquanto um está sendo utilizado para vazamento o outro está sendo carregado e a seguir sua carga é escorificada, desgaseificada e modificada ou refinada.

F. BOLAS

Bolas são peças metálicas com o formato de meia esfera oca, que situam-se ao lado de cada forno e que servem para que o operador despeje nessa peça a sobra do vazamento, ou seja, após o molde estar cheio, o resto de material que ficou na concha não é depositado de volta no forno, mas sim na bola.

Essas bolas são aproveitadas como retorno.

G. ESTEIRA

Os pistões, quando retirados das coquilhas, são colocados em canaletas que os conduzem até uma esteira que, por sua vez, transportam os pistões para a máquina de corte de canais e massalotes.

H. TRATAMENTO TÉRMICO

Nesta etapa, os pistões sofrem tratamentos de solubilização, precipitação e alívio de tensão etc.

4.3 CONTROLE DA LIGA DE ALUMÍNIO M-124 NOS FORNOS DE FUSÃO

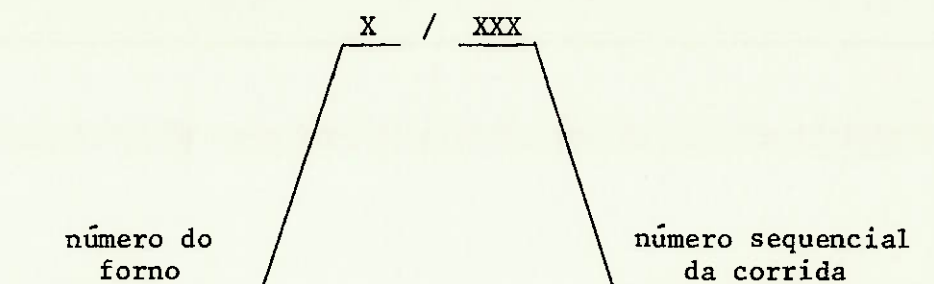
Esta seção estabelece os critérios e os procedimentos a serem adotados para a amostragem, a análise e a liberação das corridas na Fundição de Pistões.

4.3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA - ESPECIFICAÇÕES

Como referência para controle são válidas as especificações da seção 3.3.1.1-A.

4.3.2 AMOSTRAGEM DA FUNDIÇÃO - PROCEDIMENTOS

- A. De cada corrida, retirar uma amostra, de preferência após o tratamento do banho, vazar na coquilha correspondente ao forno e formar o corpo de prova.
- B. Após retirado da coquilha, esfriar bruscamente e enviar o corpo de prova, via Aerotubo, junto com a ficha de análise ("Controle Espectrométrico da Corrida").
- C. A ficha referida anteriormente deve ser preenchida quanto a:
 - . número da corrida
 - . liga
 - . data e hora do envio da amostra
 - . observações, quando necessárias.
- D. Codificação do número de corrida



O número sequencial tem validade mensal, isto é, começa sempre pelo número (1) um no início do mês. Exemplo: corrida 4/125 - corrida nº 125 fundida no forno nº 4.

4.3.3 ANÁLISE ESPECTROMÉTRICA - PROCEDIMENTOS

- A. Tornear o corpo de prova (faceamento).
- B. Analisar no espectrômetro. A análise deve ser processada em dois ou três pontos distintos da face do corpo de prova.
- C. O resultado será o valor médio das duas ou três análises.
- D. Registrar os resultados na ficha de análise, a condição de "Liberada" ou "Rejeitada", registrar a hora, assinar e retorná-la à Fundição, via Aerotubo.

4.3.4 LIBERAÇÃO

A. CORRIDAS DESTINADAS À PRODUÇÃO

As corridas destinadas à produção devem ter sua composição química dentro dos limites especificados para que possam ser utilizadas diretamente na fundição de pistões. Neste caso, são adotados os seguintes procedimentos:

- a) a composição química está correta: o recebimento da ficha de análise com a indicação "liberada" é a autorização para o basculamento do forno e utilização da liga na fundição de pistões;
- b) a composição química está incorreta: o forneiro responsável deve adicionar os elementos necessários à correção da liga, extrair nova amostra e enviá-la ao Laboratório com nova ficha de análise. Esta nova ficha deve apresentar o mesmo número de corrida e a observação "Corrigida" ou "2ª amostra".
- c) Para a condição do item (b), o processo pode se tornar repetitivo até que seja obtida a liberação da corrida.

B. LIGAS PREVIAMENTE PREPARADAS E LINGOTADAS

Para as corridas destas ligas serão aplicados inte-

gralmente todos os procedimentos descritos e mais os seguintes:

- a) na ficha de análise deverá constar a observação: "Previamente Preparada". Esta ficha será enviada ao Laboratório, juntamente com o corpo de prova;
- b) após a liberação ou rejeição da corrida, o Laboratório retorna a ficha de análise à Fundição que por sua vez, a envia com os lingotes, para a Inspeção de Recebimento;
- c) de posse da ficha de análise, a Inspeção de Recebimento procede à identificação do lote e prepara a documentação necessária, conforme estabelecido no capítulo anterior;
- d) as corridas rejeitadas não são consideradas como corridas de produção, mas poderão ser usadas como matéria-prima para a elaboração de novas corridas;
- e) as corridas liberadas podem ser usadas diretamente na produção

C. LIGA PARA RECOBRIMENTO DE PORTA-ANÉIS

Os banhos de liga utilizados para o recobrimento de porta-anéis, terão seu controle efetuado conforme os procedimentos na presente seção.

Este controle poderá ser efetuado no início da operação do banho ou durante o processo (acompanhamento).

D. MATERIAIS LINGOTADOS SEM CORREÇÃO

Liga de recobrimento de porta-anéis, cavacos ou sucatas refundidos, pistões refundidos e demais materiais que possam ser lingotados para aproveitamento posterior, são materiais sujeitos aos procedimentos normais de inspeção de recebimento, enquadrando-se na condição de matérias-primas.

4.4 TRATAMENTO DA LIGA LÍQUIDA NOS FORNOS DE ESPERA

4.4.1 ESCORIFICAÇÃO

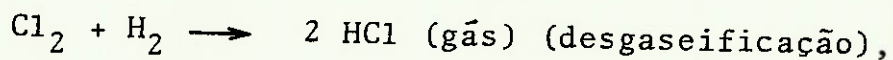
A escorificação tem a finalidade de remover óxidos e impurezas do banho, através de sais fluxantes (cloretos ou fluoretos de Na ou K) que são depositados na superfície do banho e que possuem a característica de ser aglomerante de impurezas e que provoquem uma reação que libere muito calor (exotérmica) para que o alumínio envolvido nos óxidos e impurezas possa ser removido e retornado ao banho.

4.4.2 DESGASEIFICAÇÃO E DESOXIDAÇÃO

Os principais objetivos desta operação são: retirar o hidrogênio dissolvido na massa líquida (prejudicial à sanidade das peças) e os óxidos de alumínio que também estão no meio do banho, por possuírem densidade parecida com a do alumínio.

Utiliza-se nesse tratamento o hexacloretano (C_2Cl_6), um sal que é forçado por meio de um sino a submergir no banho.

O cloro contido nesse composto reage com o hidrogênio dissolvido no banho e o gás formado,



borbulha na superfície e em seu caminho até a superfície, arrasta consigo os óxidos e impurezas que estão no meio da massa líquida (desoxidação).

4.4.3 MODIFICAÇÃO

A modificação é feita em ligas com um teor de silício entre 8 e 12,5%. Nessas ligas, há a necessidade de se modificar a disposição de Si, que se encontra em grossas placas na matriz e que acarretam más propriedades mecânicas à peça. Pa-

ra se redistribuir esses critais primários de Si, adiciona-se sódio ao banho, logo antes ao vazamento. O Na tem o poder de inibir a formação desse Si primário, formando uma estrutura dendrítica com o Si.

As propriedades mecânicas da liga modificada são superiores às da liga original não tratada.

4.5 INSPEÇÃO DE GASES NA LIGA M-124

4.5.1 RESPONSABILIDADES

Fundição

4.5.2 ITEM A INSPECIONAR

Presença de bolhas de gás na liga líquida contida nos fornos de espera.

4.5.3 MÉTODO DE INSPEÇÃO

Fundir um pistão de prova, diamantar o topo e examinar quanto à presença de gases - inspeção visual.

4.5.4 FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO

Em todos os banhos, após a desgaseificação.

4.5.5 PROVIDÊNCIAS

- a) Em caso de rejeição, deixar o banho descansar por 15 minutos e repetir as provas.
- b) Em caso de nova rejeição, provocar nova desgaseificação e aquecimento do banho.
- c) Persistindo a rejeição, repetir o tratamento de desgaseificação.
- d) Não se justificando novo tratamento, lingotar o material.

4.6 INSPEÇÃO DE TEMPERATURAS

4.6.1 RESPONSABILIDADES

Inspeção de pistões em bruto.

4.6.2 ITEM A INSPECIONAR

Temperatura da liga líquida nos fornos de espera.

4.6.3 FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO

Em intervalos de tempo não superiores a uma hora, em todos os fornos.

4.6.4 PROVIDÊNCIAS

Em caso de irregularidades, informar o responsável pelo processo e confirmar medidas corretivas.

4.7 INSPEÇÃO VOLANTE JUNTO ÀS MÁQUINAS

4.7.1 RESPONSABILIDADES

Inspeção de pistões em bruto.

4.7.2 ITENS A INSPECIONAR

Qualidade geral do pistão quanto à sua conformação, posicionamento do ferramental e presença de defeitos aparentes, em geral.

4.7.3 MÉTODO DE INSPEÇÃO

Inspeção visual e medição de espessura das paredes do pistão com paquímetro.

4.7.4 FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO

- a) Inspeção visual: 3 ou mais pistões em intervalos de tempo não superiores a 2 horas, em todas as máquinas.
- b) Espessura das paredes: 3 ou mais pistões, 2 vezes por turno de trabalho e por coquilha.

4.7.5 PROVIDÊNCIAS

Em caso de irregularidades, informar pessoalmente ao responsável pelo processo e preencher as fichas "Comunicação de Defeitos", confirmar medidas corretivas e, se necessário, refugar as peças já produzidas.

4.8 INSPEÇÃO VISUAL DE PROVAS

4.8.1 RESPONSABILIDADES

Fundição

4.8.2 ITENS A INSPECIONAR

a) Defeitos no material fundido, visíveis somente após a usinagem dos pistões, e defeitos na superfície interna, tais como: solda fria, identificações defeituosas, vazios na chapa, segregações, óxidos, etc.

b) Falhas de ligação do pistão com o porta-anel.

4.8.3 DEFEITOS NO MATERIAL E NA SUPERFÍCIE INTERNA DO PISTÃO

A. Defeitos no material: usinar os pistões de prova até as medidas de acabamento, seguindo a seguinte sequência de operação:

- a) desbastar o diâmetro externo (toenamento longitudinal);
- b) desbastar o topo;
- c) diamantar o diâmetro externo;
- d) diamantar o topo.

A.1 Inspeção: efetuar a inspeção visual.

NOTA: As amostras destinadas à inspeção visual de pistões com porta-anel, como no nosso caso, deverão ser fundidas sem os respectivos porta-anéis e usadas conforme o item A, descrito acima.

B. Defeitos na superfície interna: adotar o seguinte critério para aprovação:

B.1. Aspecto: o pistão fundido deve mostrar um aspecto uniforme, denso, livre de rugosidade excessiva e de riscos resultantes de retirada incorreta do macho. Aparência manchada ou áreas apresentando coloração em qualquer superfície do pistão são indesejáveis.

Se qualquer destas condições estiver presente de maneira a produzir um aspecto pouco recomendável ao pistão acabado, o fundido deverá ser rejeitado.

B.2. Identificação: deverão apresentar-se legíveis as marcações fundidas referentes a números das peças, data, marcas registradas, identificação de molde e fundidor.

C. Rejeição: serão rejeitados os pistões que apresentarem porosidade cobrindo uma área com diâmetro igual ou superior a 12 mm ou mostrando um único vazio maior que 1,5 mm de diâmetro.

A região do furo para pino, acima da linha de centro, não

deverá apresentar nenhum defeito visível a olho nu.

- D. Frequência de inspeção: 4 pistões por dia de cada coquilha.
- E. Providências: em caso de irregularidades, corrigir o processo e confirmar medidas corretivas.

4.8.4 FALHAS DE LIGAÇÃO DO PISTÃO COMO PORTA-ANEL

- A. Itens a inspecionar: falhas de ligação, oxidação, zonas de escória etc.
- B. Retirada do porta-anel:
 - a) serrar o pistão transversalmente a 20 mm abaixo do porta-anel;
 - b) tornear o núcleo do pistão até atingir o diâmetro interno do porta-anel. Não usar líquido refrigerante durante o torneamento;
 - c) retirar o porta-anel com auxílio de talhadeira.
- C. Inspeção: efetuar a inspeção visual e, em caso de irregularidades, corrigir o processo e confirmar medidas corretivas.

- D. Frequência de inspeção: 2 peças por turno de trabalho, por coquilha.

NOTA: Na seção 4.13 foi feito um estudo mais detalhado da ligação pistão/porta-anel que inclui definições, terminologia, métodos de inspeção e critérios de aprovação.

4.9 INSPEÇÃO DIMENSIONAL EM PRODUÇÃO

4.9.1 RESPONSABILIDADES

Inspeção de pistões em bruto.

4.9.2 ITENS A INSPECIONAR

Medidas de traçagem conforme desenho:

- a) posição do porta-anel;
- b) canaletas, furos para pino pré-fundidos e frontes;
- c) rebaixos de válvulas;
- d) forma do topo;
- e) funos de óleo;
- f) distância entre cubos;
- g) cone de centro;
- h) pontos de apoio de espiga mandril.

4.9.3 MÉTODO DE INSPEÇÃO

Traçagem.

4.9.4 FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO

Itens a, b, c, d, e e f: duas peças por turno de trabalho, por coquilha.

Itens g, h e j: duas vezes por semana.

Item i: uma vez por semana.

4.9.5 PROVIDÊNCIAS

Em caso de irregularidades, informar pessoalmente ao responsável pelo processo e preencher as fichas "Comunicação de Defeitos"; confirmar medidas corretivas e, se necessário, refugar as peças já produzidas.

4.10 INSPEÇÃO VISUAL FINAL DO PISTÃO BRUTO

4.10.1 RESPONSABILIDADES

Inspeção de pistões em bruto.

4.10.2 ITENS A INSPECIONAR

Qualidade geral do pistão quanto à presença de defeitos de fundição.

NOTA: Na seção 4.11, estão descritos os principais defeitos de fundição e os critérios para inspeção respectivos.

4.10.3 MÉTODOS DE INSPEÇÃO

Visual.

4.10.4 FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO

100% dos pistões após o corte de canais e massalotes.

4.10.5 PROVIDÊNCIAS

Em caso de irregularidades, separar os pistões defeituosos para recuperação ou refusão; separar os pistões aprovados em grupos por número de coquilha.

4.11 DEFEITOS DE FUNDIÇÃO E RESPECTIVOS CRITÉRIOS DE INSPEÇÃO

Esta seção visa estabelecer os critérios necessários para a inspeção de defeitos de fundição de pistões, tais como porosidades, vazios, bolhas de ar, inclusões de escórias ou óxidos, solda fria e poros de gás.

Serão considerados defeitos não críticos aqueles que se apresentarem dispostos isoladamente, não se propagando em fissuras ou localizados em regiões do pistão solicitadas por flexão.

Será considerado crítico qualquer defeito reconhecível como cavidade a olho nu, localizado acima do furo para pino, nos flancos das canaletas ou nas vervuras de suporte do furo para pino.

Quantidades e dimensões máximas permitidas de defeitos:

Características		Dimensões máximas
Superfície do defeito (mm ²)	Valores máximos	2
Diâmetro do defeito (mm)		2
Profundidade do defeito (mm)		1,0

Região do Pistão		Quantidade de defeitos
Cabeça	Valores máximos	3
Zona de anéis		4
Saia		4
Furo para pino		3

A distancia entre defeitos permissíveis não deverá ser inferior a 10 mm, ou seja, não deve har conexão interna entre os mesmos.

Não são admissíveis porosidades esponjosas, se forem reconhecíveis a olho nu, como cavidades interligadas.

É admissível a existência de soldas frias com dimensões inferiores a 1 mm de profundidade por 10 mm de comprimento, exceto nas regiões do pistão solicitadas por flexão (cabeça do pistão, nervuras, cubo etc.), onde a profundidade máxima permissível é de 0,3 mm.

Trincas resultantes de segregações, pressões ou tensões, em qualquer ponto, não são admissíveis.

São permitidos pequenos "poros de gás", em todas as regiões do pistão, exceto nas bordas da cabeça ou da saia, zo na dos anéis e nos furos para pino. A superfície total dos po ros de gás não deverá ultrapassar 8 cm².

4.12 INSPEÇÃO DO PESO

4.12.1 RESPONSABILIDADE

Inspeção de pistões em bruto.

4.12.2 ITEM A INSPECIONAR

Peso do pistão, após torneamento, conforme medidas pré-estabelecidas (valor comparativo).

4.12.3 FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO

Três ou mais amostras para cada lote de 7.500 peças produzidas em cada coquilha ou um mês de trabalho (quatro semanas de fundição) consecutivo ou não, para verificação do pe so real; uma ou mais amostras por ocasião da liberação da coquilha, para verificação do peso comparativo.

4.12.4 PROVIDÊNCIAS

Em caso de irregularidades:

- a) informar o setor de Coquilhas no caso em que a ferramenta não esteja em produção;
- b) informar o setor de coquilhas e o responsável pela Fundição, no caso em que a ferramenta esteja em produção; providenciar para que a ferramenta seja retirada da produção e encaminhada ao setor de Coquilhas para as devidas correções;
- c) confirmar medidas corretivas através de provas de peso e providenciar junto ao Depósito de Pistões em Bruto, para que os pistões fundidos antes de correção sejam mantidos separados dos pistões fundidos após a correção;
- d) na impossibilidade da correção do peso durante a usinagem, refugar os pistões defeituosos.

4.13 CONTROLE DA LIGAÇÃO METALÚRGICA PISTÃO/PORTA-ANEL

4.13.1 DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA

A. LIGAÇÃO ALFIN

Consiste na ligação metalúrgica (molecular) do alumínio fundido ao porta-anel de ferro fundido, obtida através do mecanismo de difusão com a formação de uma camada intermediária de um composto intermediário Fe_xAl_y .

A.1. A ligação metalúrgica permite que o pistão apresente uma continuidade estrutural entre os diferentes materiais que o constituem, facilitando a dissipação do calor gerado quando do funcionamento do motor.

B. FALHA DE LIGAÇÃO

É a ausência da ligação molecular em qualquer trecho da interface alumínio/porta-anel.

C. TIPOS DE FALHA DE LIGAÇÃO

Definição e como se apresentam em uma inspeção visual destrutiva.

- C.1. Falha de Alfinização: ausência de camada molecular entre o alumínio e o porta-anel. Caracterizada por uma coloração escura nas áreas de desligamento do porta-anel. As áreas ligadas mostrarão uma estrutura áspera brilhante, quando da separação do porta-anel do corpo do pistão.
- C.2. Solda fria: ausência de ligação molecular entre uma fina camada de alumínio (a qual está ligada ao porta-anel) e o corpo do pistão. Caracterizada por uma camada de alumínio solidificada e ligada ao porta-anel, apresentando uma aparência de superfície polida.
- C.3. Trinca de usinagem: fratura da ligação ocorrida durante a usinagem do porta-anel. Caracterizada por uma coloração marron-azulada na superfície por efeito de penetração do óleo de corte ou de refrigeração.
- C.4. "Drosses": óxidos ou impurezas contidas no banho Alfin (ou na liga de alumínio), que aderem à superfície do porta-anel podendo causar falha de ligação.

D. FALHA DE LIGAÇÃO CONTÍNUA

Uma área de desligamento isolada, medida pelo comprimento circunferencial do pistão

E. FALHA DE LIGAÇÃO ACUMULADA

Somatória de todas as falhas de ligação contínuas existentes em ambos os lados do porta-anel e em todo o seu comprimento circunferencial.

F. SOBREPOSIÇÃO

Falha de ligação ocorrendo em ambos os lados do porta-anel na mesma posição circunferencial.

G. TERMINOLOGIA DO PORTA-ANEL

São especificados no anexo 3, figura 1, os termos adequados utilizados neste trabalho com relação à terminologia do porta-anel.

4.13.4 MÉTODOS DE INSPEÇÃO

São utilizados dois métodos básicos para a verificação da ligação "Alfin":

- a) Inspeção metalúrgica (destrutiva);
- b) Inspeção por ultrassom.

A. INSPEÇÃO METALÚRGICA

Destina-se à verificação de existência de falha de ligação, pela observação visual direta da superfície do porta-anel removido do pistão.

A.1. Responsabilidade: Laboratório Metalúrgico.

A.2. Preparação da amostra: deverá ser retirada de um pistão fundido, em seu estado totalmente bruto, conforme a seguinte sequência:

- a) serrar o pistão transversalmente a 15 mm abaixo do porta-anel;
- b) cortar um trecho na periferia do pistão limitado por um comprimento de 30 mm e por dois cortes que se encontram na parte interna a 35 mm da superfície externa do pistão;

c) fixar e polir uma das superfícies contendo o corte transversal do porta-anel e atacar com HF 0,5%.

A.3. Análise: observar com aumento de 100 X ou 500 X a periferia do corte transversal do porta-anel. É desejável que o composto intermetálico Fe_xAl_y (camada Alfin de cor cinza claro opaca), adjacente à superfície do porta anel, não ultrapasse a espessura de 0,025 mm.

A.4. Frequência de Inspeção: auditoriais mensais.

A.5. Registros: relatar, no impresso "Auditoria de pistões com porta-anel", todas as observações referentes à espessura média da camada Alfin, existência de óxidos e compostos intermetálicos, falhas de ligação etc. Anexar fotomicrografia da região analisada.

B. INSPEÇÃO POR ULTRASSOM

Destina-se a detectar falhas internas de ligação em pistões.

B.1. Métodos de inspeção por ultrassom: dois são os métodos básicos utilizados:

- a) Método de transparência (transmissão);
- b) Método de reflexão (pulso/eco).

- B.2. Equipamentos: o equipamento ultrassônico deve ser capaz de gerar, receber e registrar sinais de maneira a permitir uma adequada interpretação.
- B.3. Fluido acoplante: o fluido utilizado deve possibilitar um adequado acoplamento, não podendo ser volátil ou viscoso. São recomendados óleos solúveis em água contendo aditivos anti-ferrugem (2% em água).
- B.3.1. O fluido deverá ser substituído regularmente, dependendo das condições de contaminação.
- B.3.2. Cada troca de fluido acoplante deverá ser acompanhada da medição de seu pH, o qual deverá estar com nível 7 na escala colorimétrica do indicador.
- B.4. Método de transparência: a descontinuidade na ligação do porta-anel é indicada pela redução do sinal captado pelo transdutor receptor em relação a uma amplitude padrão pré-estabelecida. O sinal é amplificado e representado num osciloscópio. Destina-se à inspeção da ligação do porta-anel nas faces superior e inferior (anexo 3, figura 1 - Terminologia do porta-anel).
- B.4.1. Disposição dos transdutores: o esquema do anexo 3, figura 2, mostra o posicionamento correto dos transdutores em relação ao pistão a ser inspecionado.
- a) Transdutor emissor

- b) Transdutor receptor - face inferior
- c) Transdutor receptor - face superior

B.4.1.1. Nenhum dos transdutores deverá tocar o pistão, a fim de evitar o desgaste dos cabecotes ou riscamento do pistão inspecionado.

B.4.2. Interpretação: a tela do osciloscópio é dividida em 5 faixas horizontais e 10 verticais.

B.4.2.1. Para uma ligação Alfin boa, deve-se regular a amplitude do eco (pico de recepção) até atingir um nível de 4.1/2 a 5 faixas, utilizando-se para este ajuste um pistão considerado padrão.

B.4.2.2. Se na regulagem indicada no item anterior, um pistão em inspeção apresentar um eco cuja amplitude estiver compreendida dentro da faixa "inferior" ou se a amplitude for nula, o pistão será considerado defeituoso, porém o critério de rejeição será conforme definido no item 4.13.3.

B.4.3. Padrão: a determinação da ligação boa ou ruim é feita comparativamente. Os pistões que apresentarem ecos mais altos, serão considerados bons.

B.4.3.1. O padrão consiste de um pistão que apresentou os picos mais altos de recepção.

B.4.3.2. A identificação na tela do osciloscópio dos dois picos representativos das ligações do porta-anel é ob

tida com o auxílio de um pistão bom no qual em um trecho da ligação nas faces superior e inferior do porta-anel, abrem-se com auxílio de uma serra, fendas que possam simular defeitos.

B.5. Método de reflexão: a descontinuidade da ligação do porta-anel é indicada pelo acréscimo do sinal registrado no osciloscópio, em relação a uma amplitude padrão pré-estabelecida. Destina-se à inspeção da ligação nas faces superior e inferior do porta-anel.

B.5.1. Disposição dos transdutores - o esquema do anexo 3, figura 3, mostra o posicionamento correto dos transdutores em relação ao pistão a ser inspecionado.

B.5.2. Interpretação: a tela do osciloscópio é dividida em cinco faixas horizontais e dez faixas verticais.

B.5.2.1. Para uma ligação Alfin boa, deve-se regular a amplitude do eco num nível mínimo pré-estabelecido por um pistão padrão.

B.5.2.2. Se na regulagem indicada no item anterior, um pistão apresentar um eco cuja amplitude exceder à quela pré-estabelecida como padrão, o pistão será considerado defeituoso.

B.5.3. Padrão: a determinação da ligação considerada boa ou ruim é feita comparativamente. Os pistões que apre-

sentarem os ecos mais baixos do lote, serão considerados bons.

B.5.3.1. O padrão consiste em um pistão que apresentou picos mais baixos de recepção.

NOTA: Dada a sensibilidade do aparelho em questão, dependendo da qualidade do banho Alfin, composição química do porta-anel, estrutura da ligação e outros fatores, dois pistões de diferentes lotes, poderão apresentar diferentes amplitudes dos picos de recepção, embora estejam com seus respectivos porta-anéis completamente ligados. Neste caso, a escolha do padrão deverá ser feita por lote. A confirmação da sanidade da ligação deverá ser feita através da retirada do porta-anel, seguida de minuciosa análise.

4.13.3 CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO

A. FACES SUPERIOR E INFERIOR DO PORTA-ANEL

a) Serão considerados defeituosos os pistões que apresentarem falhas de ligação cumulativas em um trecho superior a 7% da periferia do porta-anel.

b) Serão considerados aceitáveis os pistões que apresen

tarem falhas de ligação em dois trechos que somados não ultrapassam a 10% da periferia do porta-anel, e desde que separados entre si por uma distância maior que 35 mm.

- c) Serão considerados defeituosos os pistões que apresentarem sobreposição de falhas de ligação superior a 1% da periferia do porta-anel.

4.13.4 FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO POR ULTRASSOM

A seguinte frequência de inspeção deverá ser seguida, para se verificar a ligação do porta-anel através de inspeção por ultrassom:

- a) pistões novos: inspeção 100% até se atingir a regularidade e confiabilidade do processo;
- b) inspecionar por amostragem conforme norma ABNT NB-309/01 nível III, Inspeção Severa AQL 1%, quando já se conseguiu a confiabilidade do processo.

4.14 TRATAMENTO TÉRMICO

Visa dar um aumento de dureza e de resistência mecânica na liga. O tratamento térmico é também utilizado para aliviar tensões internas no material, consequentes do trabalho de usinagem e também para garantir uma estabilidade nas dimensões finais do pistão.

4.14.1 EQUIPAMENTO

- A. Os fornos utilizados para o tratamento térmico dos pistões são fornos apropriados, equipados com sistema de circulação de ar o que permite obter uniformidade no tratamento das cargas, de forma que, durante os períodos de aquecimento e de tratamento ("soaking"), a temperatura do ar e do metal não apresente, em todos os pontos da carga, uma variação superior a 10°C.
- B. Os fornos devem dispor de um número suficiente de pirômetros e termostatos para assegurar um controle adequado da temperatura em todas as zonas do forno. Estes dispositivos devem estar localizados em posição tal que não haja exposição excessiva à poeira, vibrações e temperaturas fora da faixa de 0° a 60°C. Os termopares deverão estar devidamente posicionados dentro da zona de trabalho do forno, de

forma a possibilitarem uma medição precisa da temperatura.

4.14.2 TRATAMENTO DE PRECIPITAÇÃO

- A. Visa dar uma total estabilidade aos átomos dos elementos de liga. A precipitação acelera o mecanismo de envelhecimento natural, ou seja, a mobilidade dos átomos. Após a precipitação, a liga adquire melhores propriedades mecânicas e estabilidade dimensional. A precipitação é função da temperatura e do tempo. As temperaturas variam na faixa de 200 a 220°C em um tempo de 5 a 8 horas.
- B. Os pistões deverão ser adequadamente dispostos dentro de cestos metálicos, de tal forma que haja livre acesso do meio de aquecimento a fim de que a carga seja aquecida de uma maneira rápida e uniforme.
- C. Decorrido o tempo necessário à precipitação, a carga deverá ser retirada do forno e deixada esfriar ao ar ambiente.

4.14.3 INSPEÇÃO DE TEMPERATURAS

A. Durante o tratamento de precipitação, a Inspeção deverá manter sob controle as temperaturas das estufas de aquecimento através de duas verificações por lote de tratamento térmico. Estas verificações deverão ser registradas nas "Fichas de Acompanhamento".

B. AFERIÇÕES

O equipamento de medição e registro de temperaturas dos fornos deve ser semanalmente aferido. As aferições se processarão através de um potenciômetro padronizado e deverão ser registradas em fichas especiais que serão mantidas junto aos respectivos fornos.

4.14.4 INSPEÇÃO DA DURAÇÃO

A. RESPONSABILIDADE

Inspeção de Pistões em Bruto.

B. ITEM A INSPECIONAR

Dureza dos pistões após o tratamento térmico.

C. MÉTODO DE INSPEÇÃO

Ensaio de dureza Brenell ($P = 500$ kgf; $D = 10$ mm).

Especificação: 90-120 HB.

D. FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO

Todos os pistões, após a execução do tratamento térmico, deverão ser inspecionados quanto à dureza através de amostras colhidas conforme ABNT NB-309/1, nível de inspeção II, plano de amostragem simples, inspeção comum.

E. PROVIDÊNCIAS

- a) Sempre que a amostragem apresentar uma ou mais amostras com dureza fora do especificado, todos os pistões do cesto deverão ser inspecionados.
- b) Após cada inspeção 100%, separar os pistões fora de especificação para reprocessamento.
- c) Liberar os pistões aprovados para o Depósito de Pistões em Bruto através da "Ficha de Aprovação".

CAPÍTULO V

QUALIDADE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO USINAGEM

5.1 USINAGEM E INSPEÇÃO NA USINAGEM

A ordem para início de fabricação de uma determinada quantidade de peças é emitida pelo Planejamento e Controle de Produção, através dos impressos "Ordem de Produção". Esta ordem é emitida aos setores produtivos, inspeções e a todos os setores da empresa relacionados com a produção das peças.

Junto com a "Ordem de Produção", o Planejamento e Controle da Produção envia os desenhos, bem como as correspondentes "Folhas de Operação", que foram elaboradas com base no "Plano de Trabalho" feito pela Engenharia de Pistões.

As "Folhas de Operação" especificam a sequência das operações, as dimensões das peças em cada operação, as máquinas, os tratamentos a serem executados, as ferramentas de dispositivos de usinagem e os dispositivos de contrôle.

Ao lado de cada máquina está colocado um correspondente aparelho ou dispositivo de controle. Estes aparelhos e dispositivos servem para o operador da máquina controlar as pe-ças que produz e manter sob controle a sua máquina.

Para cada linha de usinagem, existem dois inspetores de qualidade que têm por finalidade:

- a) montar e manter aferido os aparelhos de controle;
- b) inspecionar as peças que estão sendo fabricadas.

Na montagem, a aferição dos aparelhos de controle, o inspetor de qualidade baseia-se nos desenhos, informações constantes nas "Folhas de Operação", padrões, calibres e nos conhecimentos fornecidos a ele durante o seu período de treinamento e exercício de sua profissão.

Formulários especiais são fornecidos aos inspetores de qualidade para registros das inspeções. Nestes formulários estão indicados os períodos de aferição dos aparelhos de controle e das inspeções das peças em fabricação.

Simultaneamente a estas inspeções, o Laboratório Metrológico executa as inspeções dos detalhes das peças que requerem equipamento especializado (registros gráficos de forma, rugosidade etc.).

Ao constatar uma discordância qualquer na peça em usinagem, o inspetor de qualidade solicita o reajustamento da máquina e, se necessário, a paralização da máquina. Preenche o impresso "Comunicação de Defeito", expondo a ocorrência, e envia-o aos responsáveis pela produção e inspeções.

Uma máquina somente inicia sua produção, quando as pri

meiras peças produzidas forem aprovadas pelo inspetor de qualidade.

5.2 PLANO DE TRABALHO

O plano de trabalho encontra-se tabelado nas páginas seguintes.

5.3 FOLHAS DE OPERAÇÃO

5.3.1 DEFINIÇÃO

Como já foi exposto no item 5.1, as "Folhas de Operação" especificam a sequência de operações, as dimensões das peças em cada operação, as máquinas e as dimensões e especificações a serem inspecionadas com suas respectivas frequências de inspeção a serem realizadas pelo operador da máquina, inspetor de qualidade e pelo preparador da máquina. As "Folhas de Operação" encontram-se no anexo 4.

ENGENHARIA DE PISTÕES				LIGA		DUREZA		EXEC. POR		VERIF. POR		APROV. POR	
PLANO DE TRABALHO				SETOR		LINHA G		DATA 5/7/84		DATA		DATA	
O.P. N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	MÁQUINA	FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS					N.º DO DESENHO		QUANT.			
										MIN.	EFET.		
3	DESBASTAR O FURO P/ PINO	FURAD. DUPLA	DISCO DE SERRA MÚLTIPLO $\phi 122,7$										
	DISPOSITIVO POSICIONADOR P/ FURADEIRA												
	BRAÇO FIXADOR												
	2-MANUAL. P/ DESBASTE DO FURO P/ PINO												
	PINO DE DIREÇÃO P/ DESBASTE $\phi 48,15$												
	PINO RETENÇÃO P/ DESBASTE $\phi 47,95$												
	PRISMA P/ CONTR. ESQUADRO FACES DOS CUBOS												
	PINO P/ PRISMA $\phi 48,15$												
	GUINHA P/ VERIFICAR ESQUADRO FURO P/ PINO												
4	TORNEAR DESBASTE DA CÂMARA DE EXPLOÇÃO, FACELANDO O BICO DE CENTRO.	TORNO IMOR e MARTIN	DISCO COM LIMO ABRASTADO $\phi 122,7$										
	PORTA-FRESA												
	FRESA P/ DESBASTE DA CÂMARA DE EXPLOÇÃO												
	CHAPELONA P/ CONTRÔLE DESB. CÂM. EXPLOÇÃO												
	CÁLIBRE P/ CONTRÔLE DESB. CÂM. EXPLOÇÃO												
	NÃO EXECUTADO												

(2)

ENGENHARIA DE PISTÕES PLANO DE TRABALHO

O.P. N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	MÁQUINA	LIGA.		EXEC. POR	VERIF. POR	APROV. POR
			SETOR:	DUREZA:			
			LINHA: G	DATA 5/7/84	DATA	DATA	
FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS							
							QUANT.
							MIN. EFET.
5	BROCAR 6 FUROS RADIAIS DE $\phi 3,2$ NA CANALETA-IV.	FURAD. AUTOMÁT. 08-1					
6	BROCAR 8 FUROS RADIAIS DE $\phi 3,2$ INCLINADOS A $30 \pm 10^\circ$, CENTRADOS NO RISCO SOB A CANALETA-IV.	FURAD. AUTOMÁT. 08-11					
		(2)					

QUANT.

MIN. EFET.

ENGENHARIA DE PISTÕES		LIGA:	DUREZA:		EXEC. POR	VERIF. POR	APROV. POR	
PLANO DE TRABALHO		SETOR:	LINHA G		DATA 29/5/84	DATA	DATA	
O.P. Nº	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	MÁQUINA	FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS			Nº DO DESENHO		QUANT.
								MIN. EFET.
9	TORNUEAR DESBASTE DAS	TORNO IMOR	FLANGE P/ ACOPLAMENTO DO DISPOSITIVO			END-002-01-13		L
	CANALETRAS II-III, ACABAR		DISPOSITIVO P/ DESBASTE CAN. 3 TRAPEZ. 3			1ND-002-01-00		L
	REBAIXOS "R.1" E CANAL		PLACA P/ DISPOSITIVO Ø12,75			END-002-01-11 P-1023		1
	PRO. DE 22° SOB A CAN. II		ABRASTADOR P/ DISPOSITIVO			3ND-002-01-07 P-1023		1
			CONTRA-PONTA					L
			PORTA-BEDAMES TRASEIRO			NE-090-01 TPO-II		PA
			2-BEDAME TRAPEZ. P/ DESB. CAN. 3-II e III			NE-052-01-06 IT-79		2
			BEDAME P/ ACABAR DO REBAIXO "R"			NE-052-03-02 IT-15		1
			BEDAME P/ ACABAR DO REBAIXO "R.1"			NE-052-03-01 IT-33		1
			BEDAME P/ CHAMFRO DE 22°			NE-052-02-02 IT-22		3
			DISPOSITIVO P/ CONTR. ALTURA CAN. 3 TRAPEZ.			END-027-01-00		L
			2-PORTA P/ CONTR. ALTURA CAN. 3 TRAPEZ. 2.0			END-027-01-01 IT-3		2
			DISCO DE APOIO P/ CONTRÔLE (ALT. DAS CAN. 3)			NE-003-40 P-1023		PA
			DISPOSITIVO P/ CONTR. Ø CAN. 3 TRAPEZOIDAIS			NE-034-00		L
			2-ROLETE Ø 2,000 P/ CONTRÔLE			NE-034-02		L
			CALÇO P/ DISPOSITIVO (7,25mm)			NE-122-08 P-1131		1

ENGENHARIA DE PISTÕES		LIGA:	DUREZA:	EXEC. POR	VERIF. POR	APROV. POR
PLANO DE TRABALHO		SETOR:	LINHA G	DATA 28/5/84	DATA	DATA
OF. N°	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	MÁQUINA	FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS		N° DO DESENHO	QUANT. MIN. EFET.
11	TORNEAR ACABAMENTO DAS CANALETAS II-IV E CHAM-ERÁ-LAS A 45°	TORNO WEISSER e HEINEMANN	DISPOSITIVO P/USURAGEM CAN. 3 DE ALUMÍNIO		2 ND-002-05-00	2
			PLACA P/ DISPOSITIVO Ø123,75		2 ND-002-04-01	PA
			ABRASTADOR P/ DISPOSITIVO		EP-023-07-1023	PA
			CONTRA-PONTA			L
			PORTA-BEDAMES SUPERIOR		NF-090-05 TAM-1	2
			G-BEDAME P/ CHAMERO DE 45°		NF-052-02-01	12
			PORTA-BEDAMES INFERIOR		NF-090-01 TIPO-II	PA
			BEDAME TRAPEZ. P/ ACABAM. CAN-II (C=1,082)		NF-052-01-06 IT-26	2
			BEDAME TRAPEZ. P/ ACABAM. CAN-III (C=1,064)		NF-052-01-06 IT-27	2
			BEDAME 4,788 ÷ 4,843 P/ ACABAM. CAN-III		NF-052-01-01 IT-16	2
			DISPOSITIVO P/ CONTR. ALTURA DAS CANALETAS		2 ND-027-01-00	L
2			2-PORTA P/ CONTR. ALTURA CAN. 3 II e III-25		2 ND-027-01-01 IT-2	2
			DISCO DE APOIO P/ CONTRÔLE (ALT. DAS CAN. 3)		NF-003-40 P-1023	PA
			2-DISPOSITIVO P/ CONTR. Ø CAN. 3 TRAPEZOIDAIS		NF-034-00	L
			4-ROLETE Ø2,778		NF-034-02	L
			BLOCO PADRÃO 4,788 ÷ 4,843 P/ CONTR. CAN-IV		NF-026-05	2

ENGENHARIA DE PISTÕES				LIGA:	
PLANO DE TRABALHO				SETOR:	
				DUREZA:	
				LINHA: G	
				EXEC. POR	
				DATA 5/1/84	
				VERIF. POR	
				DATA	
				APROV. POR	
				DATA	

ENGENHARIA DE PISTÕES													
PLANO DE TRABALHO				LIGA:		DUREZA:		EXEC. POR		VERIF. POR		APROV. POR	
O.P. N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	MÁQUINA	FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS	LINHA G	DATA 5/7/84	DATA	DATA	Nº DO DESENHO	QUANT.	MIN.	EST.		
15	TORNEAR ACABAMENTO DO ALICHO DA CÂMARA DE EXPLOÇÃO	TORNO IMOR	DISCO DE ENTRADA ACABADA Ø123,75					ME-003-03 P-1023	PA				
	ILHÓ COM PINO						ME-010-07/A TAM.-III	1					
	PORTA-FERRAMENTA DE TORNO							L					
	FERRAMENTA DE TORNO P/ BICO DA CÂMARA						FT-05-01-01	1					
	DISCO DE APOIO P/ CONTRÔLE (ALT. BICO DA CÂM.)						ME-003-40 P-1023	PA					
16	TORNEAR ACABAMENTO DA CÂMARA DE EXPLOÇÃO E BOCA DA CÂMARA	TORNO WEISSER	DISCO DE ENTRADA COM ILHÓ ARRASTADO Ø123,75					EP-003-11-1602	2				
	CHAPELONA DE TORNO COPADOR						EP-012-01-1068	2					
	PORTA-FERRAMENTA DE TORNO							L					
	FERRAMENTA DE TORNO P/CÂM. EXPL. Ø 113,46.						EP-007-01-1082	2					
	CHAPELONA P/ CONTR. ACABAM. CÂM. EXPLOÇÃO						EP-013-03-1068	2					
	CHAPELONA P/ CONTR. ACABAM. BOCA DA CÂMARA						EP-013-06-1068	2					
	CÁLIBRE P/ CONTR. ACABAM. BOCA DA CÂMARA						EP-015-15-1082	2					
	DISCO DE APOIO P/ CONTRÔLE - ALTURA DA CÂM.						ME-003-40 P-1023	PA					

(2)

ENGENHARIA DE PISTÕES				LIGA:	DUREZA:	EXEC. POR	VERIF. POR	APROV. POR
PLANO DE TRABALHO				SETOR:	LINHA: 6	DATA 5/7/84	DATA	DATA
O.P. N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	MÁQUINA	FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS	N.º DO DESENHO	QUANT.			
	MANDRILAR ACABAMENTO DO FURO P/PINO.	MANDRIL 2A-4	4-SUPORTE P/MANDRILADORA 4:90°	SM-002-01-1051	16			
			2-PRISMA P/MANDRILADORA	NF-121-02-01	8			
			2-DISPOSITIVO POSICIONADOR P/MANDRILADORA	FP-030-17-1131	8			
			4-CORREDIÇA	NF-121-04-01	16			
			2-BRACO FIXADOR		L			
			2-CONTRA PONTA		L			
			2-PORTA MANDRIL		L			
			2-MANDRIL	NF-012-11/A P-1023	8			
			2-FERRAM. DE METAL DURO P/MANDRIL	NF-059-30 1T-II	8			
			2-FERRAMENTA COMPAX P/MANDRIL	NF-059-09/1	8			
		2-CONTRA PONTA		L				
		PINO DE DIREÇÃO P/ACABAMENTO Ø 50,760	NF-019-08	2				
		PINO DE DIREÇÃO P/ACABAMENTO Ø 50,767	NF-019-08	2				
		PINO RETÂNGULO P/ACABAMENTO Ø 50,762	NF-016-02	4				
		PINO MILUPNEU Ø 50,762	MPT-069-002 P-1023	2				
		ANEL CALIBRADOR Ø 50,762 (50,765)	MPT-071-013/2	2				
		ANEL CALIBRADOR Ø 50,775	MPT-071-013/2	2				
		PINO P/PRISMA Ø 50,76	NF-020-06 P-1023	2				
		PRISMA P/CONTRÔLE ESQUADRO FACES DOS CUBOS	NF-046-11	PA				
		CUNHA P/VERIFICAR ESQUADRO DO FURO	FP-014-02-1051	PA				
(4)								

ENGENHARIA DE PISTÕES				LIGA	DUREZA	EXEC. POR	VERIF. POR	APROV. POR
PLANO DE TRABALHO				SETORE	LINHA G	DATA 25-07-86	DATA	DATA
N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	MÁQUINA	FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS	N.º DO DESENHO		QUANT.		
						MIN	EFEI	
18	FRESAR 4 REBAIXOS DE VÁLVULA E A SAÍDA DOS MESMOS COM $\phi 52,37$	FRESADORA SACORA & LOEWE	DISP. DE FIXAÇÃO P/ USINAGEM REBAIXO DE VÁLVULA PORTA-FRESA (P/ FRESADORA SACORA) PORTA-FRESA (P/ FRESADORA LOEWE) FRESA P/ REBAIXO DE VÁLV. E SAÍDA $\phi 52,37$ CHAP. P/ CONTR. VISUAL REBAIXO DE VÁLV. E SAÍDA DISPOSITIVO BUCHA P/ CONTR. REB. DE VÁLVULA DISCO DE ENTRADA ACABADA $\phi 123,75$ PINO RETÂNQUIL P/ ACABAMENTO $\phi 50,762$ DISCO DE APOIO P/ CONTRÔLE (ALT. REB. E SAÍDA)	1 ND-034-11-00 NE-085-11/A NE-085-11/A EP-006-02-1082 N.º 1 EP-012-02-1082 EP-031-15-1023 NE-002-03 P-1023 NE-016-02 NE-002-10 P-1023	2 1 1 2 2 2 PA PA PA			
19	TORNAR CONTRA-PÊSO, SOB OS CUBOS COM $\phi 1207$ MÁX. X $21,3$ MÁX.	TORNO MARTIN	PLACA DE 3 CASTANHAS DISCO DE FIXAÇÃO EXTERNA PORTA-FERRAMENTA DE TORNO FERRAM. DE TORNO P/ CONTRA-PÊSO C/ R-3,0	EP-003-21-1166 EP-007-04-1082	L 2 L 2			

5.3.2 SIMBOLOGIA E ABREVIACÕES EXISTENTES NAS FOLHAS DE OPERAÇÃO

(1/5): Controlar uma peça em cada cinco produzidas.

(P): Preparação - controlar tantas peças quantas se fizerem necessárias até a preparação final da máquina para a produção, na montagem inicial ou na troca de ferramentas.

(2/h): Controlar duas peças por hora de produção

(L): Liberação - controar tantas peças quantas se fizerem necessárias até a liberação da máquina para produção, na montagem inicial ou na troca de ferramentas.

(1/T): Controlar uma peça por turno de produção.

(2/T): Controlar duas peças por turno (período da manhã, período da tarde. Manter a mesma relação para os períodos noturnos).

(T/M): Se ocorrer mudança de ferramenta de fundição ou semana de fundição, deve-se repetir o processo de preparação (P) e liberação (L).

(OP): Ordem de Produção.

Rel. Cent.: Relógio centesimal

Rel. Miles.: Relógio milesimal

CAPÍTULO VI

QUALIDADE DO PRODUTO FINAL

6.1 INSPEÇÃO FINAL

Os pistões, antes de serem embalados e expedidos, pas sam por um sistema de inspeção final.

A Inspeção Final deve ser feita em sala com temperatura e umidade controladas. A temperatura deve varia de 19 a 21°C.

6.2 FREQUÊNCIA DE INSPEÇÃO

O pistão P-XXXXPA é inspecionado 100% em todas as suas medidas e características indicadas em desenhos e especificações.

Todas as medidas consideradas acabadas durante a usinagem são inspecionadas na Inspeção Final.

Utilizam-se também planos de amostragem para inspeção de especificações, tais como gráficos de rugosidade, forma, ondulação etc. (gráficos feitos no Laboratório Metrológico). Neste caso, adota-se a especificação ABNT NB-309/1, planos de amostragem simples, tipo normal com nível de inspeção II.

6.3 REGISTROS DE OCORRÊNCIAS

As medidas de especificações encontradas fora do especificado são assinaladas no formulário que se encontra a seguir que descreve os defeitos em:

- . defeitos de fundição
- . defeitos de usinagem
- . defeitos diversos.

D E F E I T O S D E U S I N A G E M												
C 0		datas		Tot.		C 0		datas		Tot.		
D		Nomes cód.		D		D		Nomes Cód.		D		
HC	Alt.Compres.					SE	Saia Excentr.					
HC	Esquadro					SP	Saia Pto Alto					
OØ	Furo Diam.					SC	Saia Rugosid					
OF	Furo forma					SA	Saia Acabam.					
OD	Furo Desloc.					AD	Can.Arg.Dist.					
CA	Furo Alinham					AL	Can.Arg.Larg.					
OR	Furo Riscado					FO	Furos p/óleo					
OT	Furo Trepid.					FR	Fresagens					
ZØ	Zona Âneis DI					FE	Fendas					
ZC	Z.A. Concenter,					FT	Forma de Tôpo					
ZO	Z.A. Ovalidad.					ES	Espes.Said.Usin					
CØ	Canaletas Dia.					EF	Esp.Cubo (FR)					
CL	Canaletas Lag					EC	Esp.Cabeça					
CF	Canaletas For					MT	Machuc.Trinca					
CR	Canaletas Ris					MB	Machuc.Batida					
CC	Canaletas Ch					MR	Machuc.Rebarb					
SØ	Saia Dia.Prin					MU	Machuc.Usin.					
SO	Saia Ovalid.					DC	Dist.Cubos					
SC	Saia Conicid					DD	Def.Desbast.					
PU	Pêso Usinag.					PS	Pinos Segur.					
Extraviados						Outros:						
isto Responsável						Visto Responsável						

Linha	O.P.nº	Quant.	P-	Controlador

6.4 PISTÕES REJEITADOS

Qualquer pistão rejeitado durante a inspeção é assinalado na cabeça com um símbolo vermelho que codifica o tipo de defeito que apresenta. Pistões com estas marcas são separados e colocados em um carro, especialmente identificado com uma plaqueta "Rejeitados", e são enviados à Fundição para serem utilizados como matéria-prima.

A quantidade de peças rejeitadas em relação à quantidade de peças produzidas em uma determinada "Ordem de Produção" expressa a percentagem de refugo da ordem. Este é um dos dados registrados no "Relatório de Controle". Neste relatório, emitido pela Inspeção Final e que corresponde ao encerramento da "Ordem de Produção", além dos dados estatísticos, são registradas as quantidades de peças rejeitadas, as razões que causaram as rejeições e outras informações de interesse.

6.5 RETRABALHO DE PEÇAS REFUGADAS

A Inspeção Final, com base nos desenhos do produto e nas quantidades envolvidas, pode determinar o retrabalho de peças que não estejam atendendo aos requisitos do referido desenho. Para tanto emite o documento "Solicitação de Repasse",

no qual especifica o tipo de retrabalho que deve ser feito e a quantidade de peças envolvidas. Repasse ou retrabalho significa a repetição de determinada operação de produção para colocar as peças dentro das tolerâncias de desenho ou especificação.

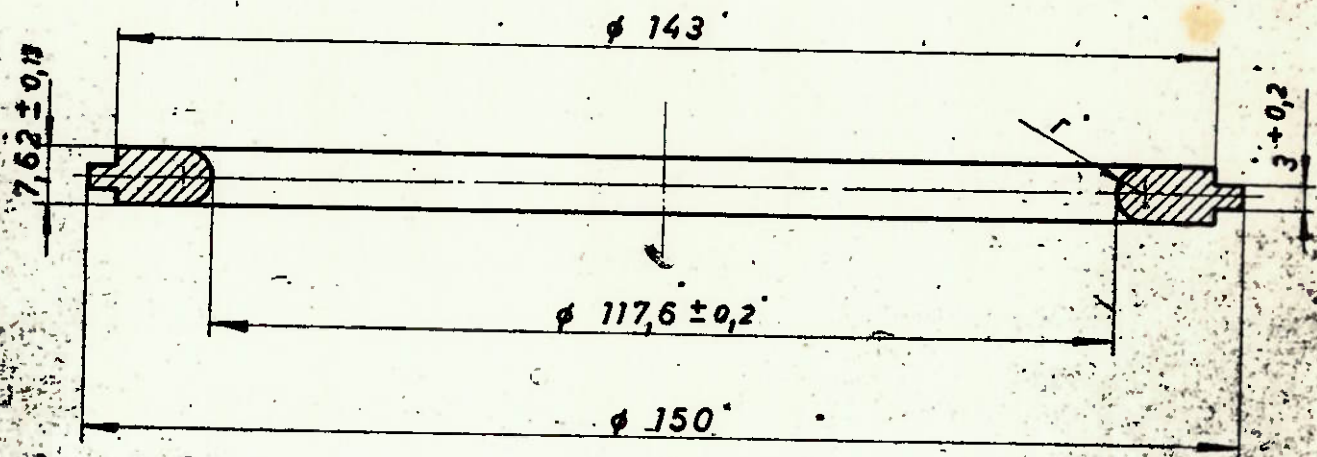
As peças retrabalhadas retornam à Inspeção Final para serem recontroladas.

BIBLIOGRAFIA

1. BRESCIANI FILHO, Prof. Dr. E., Controle de Qualidade na Fabricação Mecânica e Elétrica, apostila, FTDE/EPUSP/IPT, 1981.
2. _____, Ensaaios não Destrutivos, apostila, FDTE/EPUSP/IPT, 1983.
3. _____, Seleção de Materiais, apostila, FDTE/EPUSP/IPT, 1981.
4. CALEGARE, Eng. Álvaro J. A., Introdução à Garantia da Qualidade, apostila, ETCN - Escritório Técnico de Construção Naval, São Paulo, 1983.
5. Seleção de Artigos da Revista "Quality Progress", editada pela ASQC - American Society for Quality Control, 1974/1981.

ANEXO - 1

DESENHOS



Título do Desenho

PORTA ANEL ACABADO

ANEXO - 2

TABELAS I E II REFERENTES
AO CONTROLE PERIÓDICO DE INSTRUMENTOS
DE MEDIÇÃO

TABELA I

CLASSE 00	1 DIA
	Máquina de dureza Rockwell
	Aparelho Makrograph
CLASSE I	1 SEMANA
	Passa-não-passa canaletas
CLASSE II	1 MÊS
	Máquina de dureza Brinell (aplicação rotineira)
CLASSE III	3 MESES
	Pistões padrão
	Pinos padrão
CLASSE IV	4 MESES
	Balanças (aplic. Insp. e Prod.)
CLASSE V	6 MESES
	Jogos de blocos padrão (aplic. Insp & Prod. - acab.)
	Peso padrão
	Relógios comparadores (mecânicos e elétricos)
	Pinos de medição pneumática
	Medires internos (Súbito, Intramess)
	Paquímetro de profundidade
	Paquímetros (150 mm e aqueles com mais de 300 mm)
	Traçadores verticais
	Balanças (aplicação Laboratório)

Aparelhos de medição pneumática (Millipneu)
Padrões para mesa Seno
Padrões de esquadro de pistões

CLASSE VI

10 MESES

Anéis calibradores
Padrões de largura de canaletas
Medidores pneumáticos de canaletas
Padrões de diâmetros de canaletas
Micrômetros
Paquímetros 200 mm, 250 mm e 300 mm
Máquina de dureza Brinell
(máquina padrão de referência)
Jogos de blocos padrão (aplic. Metrologia e aplic. Ins-
peção e Produção - desbaste)
Desempenos

CLASSE VII

22 MESES

Dinamômetro para máquina de teste

CLASSE VIII

34 MESES

Jogo de blocos padrão primários
Pesos padrão primários
Caixa potenciométrica (pirometria)
Anel dinamométrico

TABELA II

Bucha para canaleta
Bucha expansível longa
Bucha expansível curta
Calibre para canaleta de argola
Chapelona de controle acabamento
Chapelona de controle desbaste
Chapelona de controle de cnetragem de fresa interna
Chapelona de controle de centragem de fresa externa
Chapelona de controle de fresagem interna acabamento
Chapelona de controle da fresagem interna desbaste
Chapelona de controle de raio
Chapelona de controle do rebaixo de válvulas
Chapelona de controle de câmara de injeção
Calibre para distância entre cubos
Calibre para distância de canaletas de argola
Chapelona de torno copiador
Calibre de controle para câmara de explosão
Disco de centragem pelo topo
Disco divisor automático
Disco divisor manual
Disco de entrada acabada
Disco de entrada para copiador
Disco excêntrico de entrada acabada
Disco excêntrico de primeira entrada
Disco com ilhós
Pino para prisma
Disco de primeira entrada
Disco de primeira entrada para furar e serrar
Disco de retífica
Disco de serra múltipla
Disco de serra com pino
Dispositivo para furadeira meia lua
Eixo copiador
Máscara de furadeira

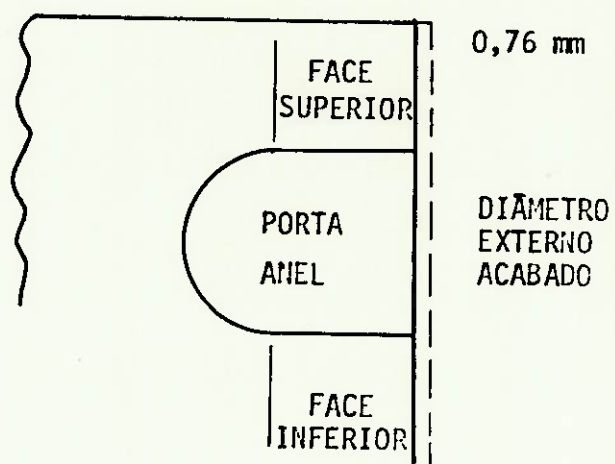
Pino de direção acabamento
Pino de direção desbaste
Pino retângulo acabamento
Pino retângulo desbaste
Chapelona largura do ressalto
Chapelona de controle do chanfro
Chapelona de localização do botão
Chapelona altura do ressalto
Chapelona de controle do chanfro
Chapelona de localização do botão
Chapelona altura do ressalto
Chapelona de localização de formas
Chapelona de localização de ressalto
Chapelona para o diâmetro interno - "passa-não-passa"
Roletes de medição (diâmetros sobre roletes)

ANEXO - 3

TERMINOLOGIA DO PORTA-ANEL

DISPOSIÇÃO DOS TRANSDUTORES:

- . MÉTODO DE TRANSPARÊNCIA
- . MÉTODO DE REFLEXÃO



TIPO FLANCO PLANO-
FUNDO CIRCULAR

FIGURA 1 - TERMINOLOGIA DO PORTA-ANEL

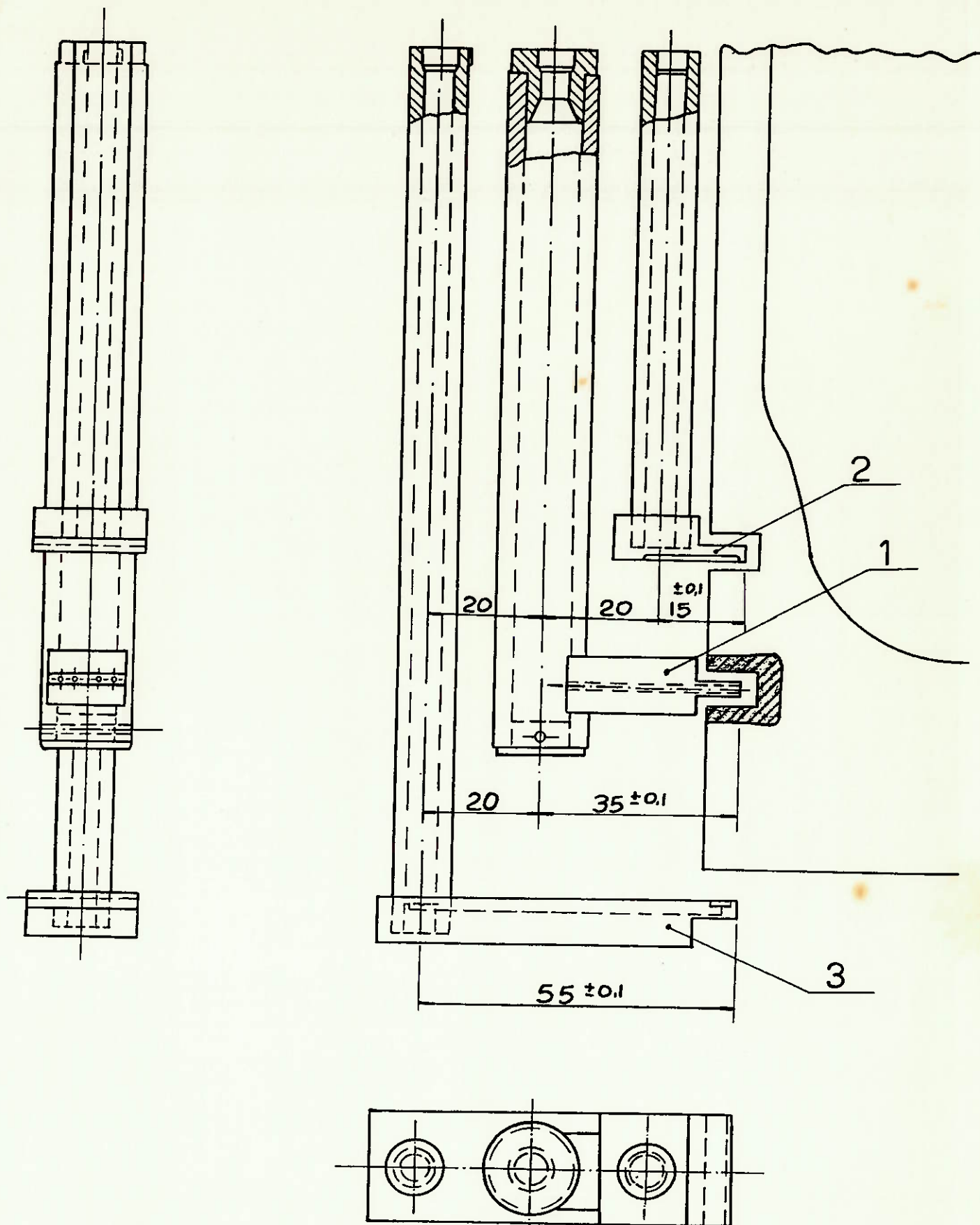


FIGURA 2 - DISPOSIÇÃO DOS TRANSDUTORES
MÉTODO DE TRANSPARÊNCIA

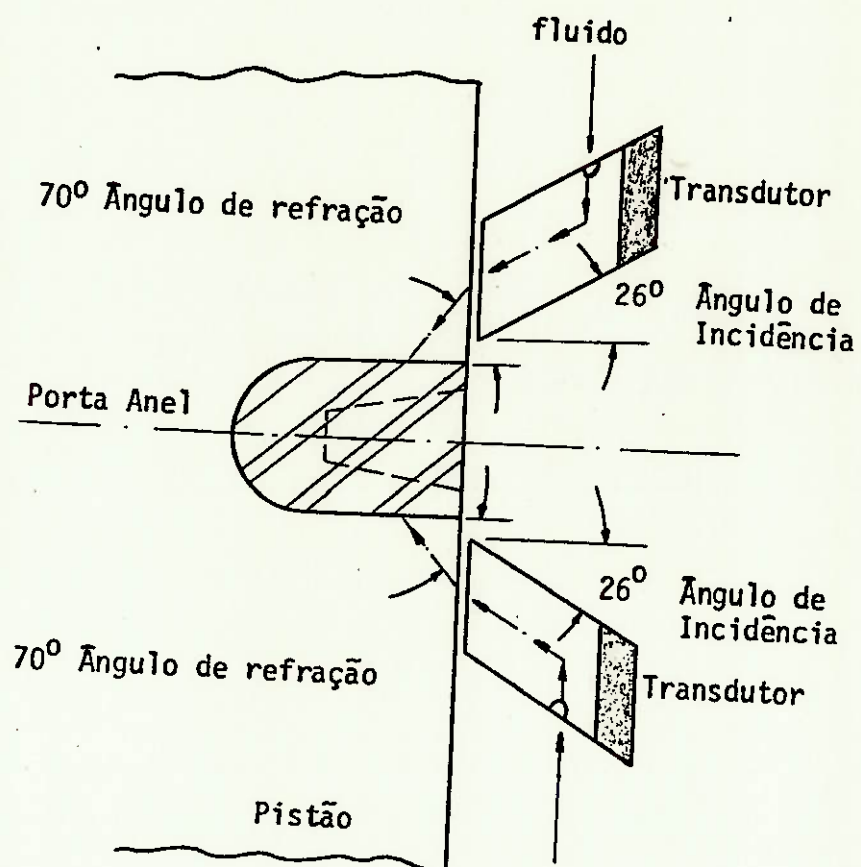


FIGURA 3 - DISPOSIÇÃO DOS TRANSDUTORES
MÉTODO DA REFLEXÃO

ANEXO - 4

FOLHAS DE OPERAÇÃO DO PISTÃO
P-XXXXPA

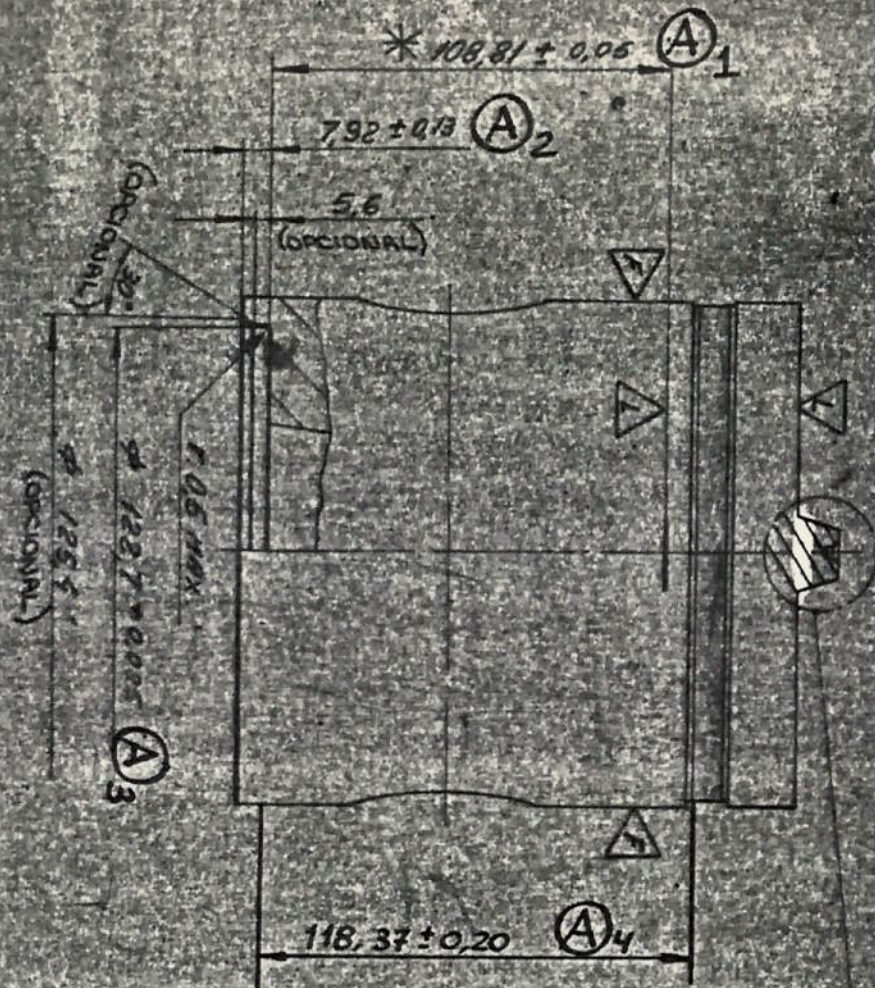
A 1/5 P2/H L1/H

* Os dimensionamentos são em milímetros, exceto quando especificado em contrário.
 AS TOLERÂNCIAS SÃO DADAS DE ACORDO COM O DESENHO DO TITULO.

TOLEIRIA
 MEDIDA 0,25
 ANGULO 1°

MODIFICACAO N.º 3

AV LONG 0,65 mm/VOLTA
 AV TRAN 0,23 mm/VOLTA
 RPM = 710
 VC = 283 m/min



FOLHA DE OPERACAO

OPERACAO	1	1	1
NO	1	1	1
USINAGEM DE PISTOES	XXXXXX PA	MARCA	XXXXXX
SECCO	XXXXXX	MAQUINA	XXXXXX
ANIMA	XXXXXX	TIPO	XXXXXX

ENGENHARIA	EXECUTADO POR	DATA DA EMISSAO
DE PISTOES	APROVADO POR	NO DO DESENHO
		DATA DA ATUALIZACAO

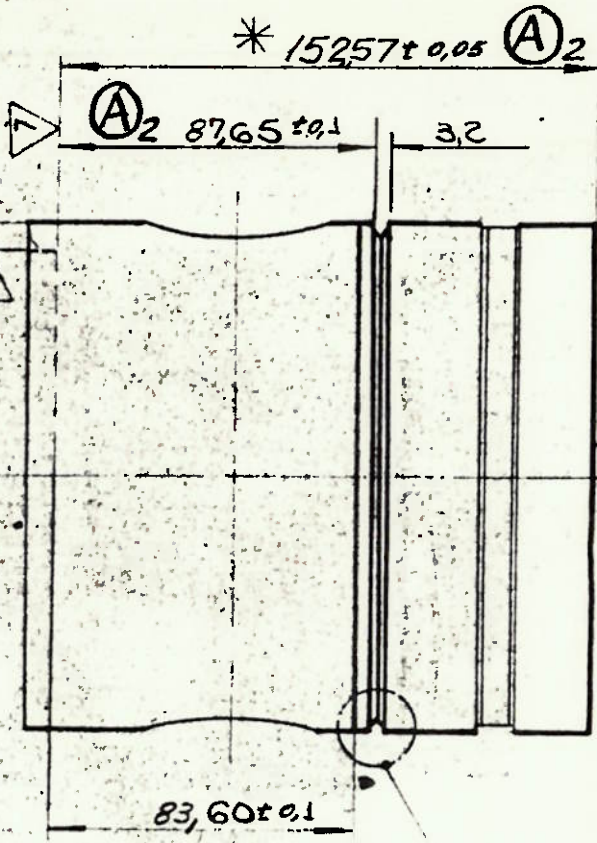
MESA C/ RISCADOR E DISCO DE ARBIO (4)
 DISPOSITIVO C/ DISCO DE ARBIO E REL. CENT. (3)
 BASE DE PROFUNDIDADE C/ REL. CENT. (2)
 BASE DE PROFUNDIDADE C/ REL. CENT. (1)
 FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE

* AS DIMENSÕES SÃO DADAS EM MILÍMETROS
 NAS FOLHAS DE DESENHO DEVE-SE
 INDICAR A UNIDADE DE MEDIDA
 A SER EMPREGADA, EXCETO QUANDO
 FOR O M.M. (MILÍMETRO) O QUAL
 DEVE SER INDICADO NO
 TÍTULO DO PROJETO.

TOLERÂNCIA
 MEDIDAS = ± 0,25
 ÂNGULOS = ± 2°

A 1/5 P2/H L 1/H
B 2/PER P1/PER L 1/PER

AVLON. Ø EXT. 1,10 mm/VOLTA
 AVTRAN. CAN. TOP. 0,11 mm/VOLTA
 RPM = 900
 VC = 392 m/min



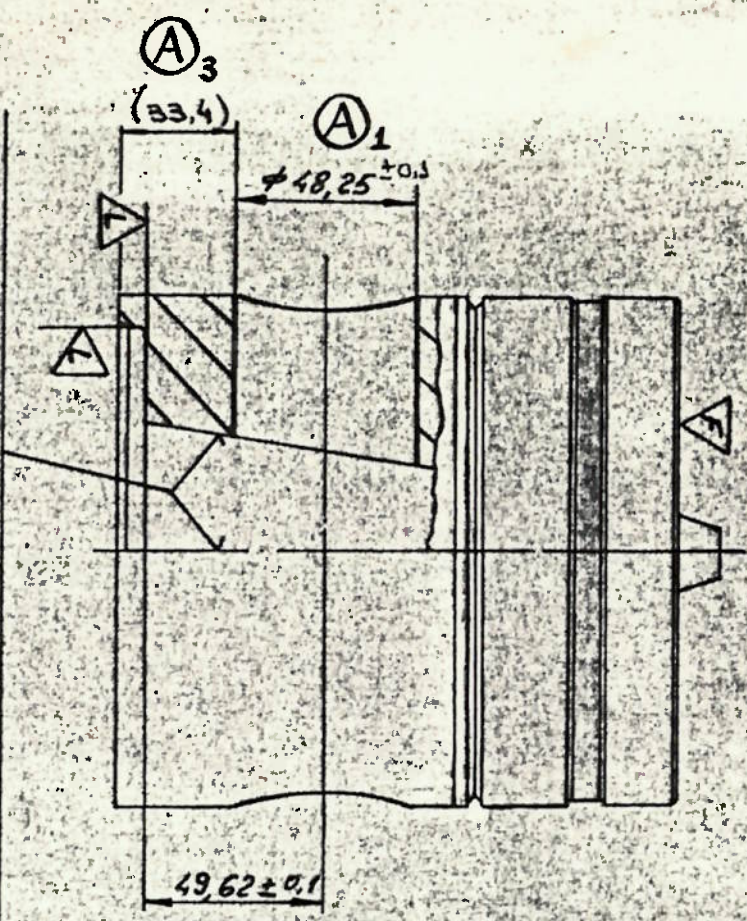
Ø EXT. CANAL DO Ø 1,10 mm/VOLTA (A1)

OPERAÇÃO	TORNEIRO DEGRASAR DO Ø EXT. CANAL DO Ø 1,10 mm/VOLTA, RISCAR POSIÇÃO DA	
Nº	2	CANAL. III E RISCAR POSIÇÃO DOS FUROS DE CILINDRO SOB O CANAL. IV.
FOLHA DE OPERAÇÃO		
USINAGEM DE PISTÕES	SEÇÃO	MAQUINA
	P-XXXXPA	TORNO HEINEMANN
	LINHA. 6	

PAQUIMETRO (3)	EXECUTADO POR	DATA DA EMISSÃO
MESA DE ALTURA C/ 2 REL. CENT. E DISCO DE APOIO (2)	APROVADO POR	10-8-84
PIANO C/ REL. CENT. (1)	DATA DA ATUALIZAÇÃO	
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	Nº DO DESENHO	
ENGENHARIA DE PISTÕES		

A	1/5	P2/H	L1/H
---	-----	------	------

TOLERANCIA GERAL
 MEDIDAS $\pm 0,25$
 ANGULOS $\pm$ — x —



O FURO E/ PINO É CENTRADO
 COM O EIXO DO PISTÃO

O PINO DE DIREÇÃO DEVE
 DESLIZAR LIVREMENTE
 ATRAVES DE AMBOS OS
 FURROS SIMULTANEAMENTE.

AVANÇO = 0,58 mm/VOLTA
 RPM = 640
 VC = 98 m/min

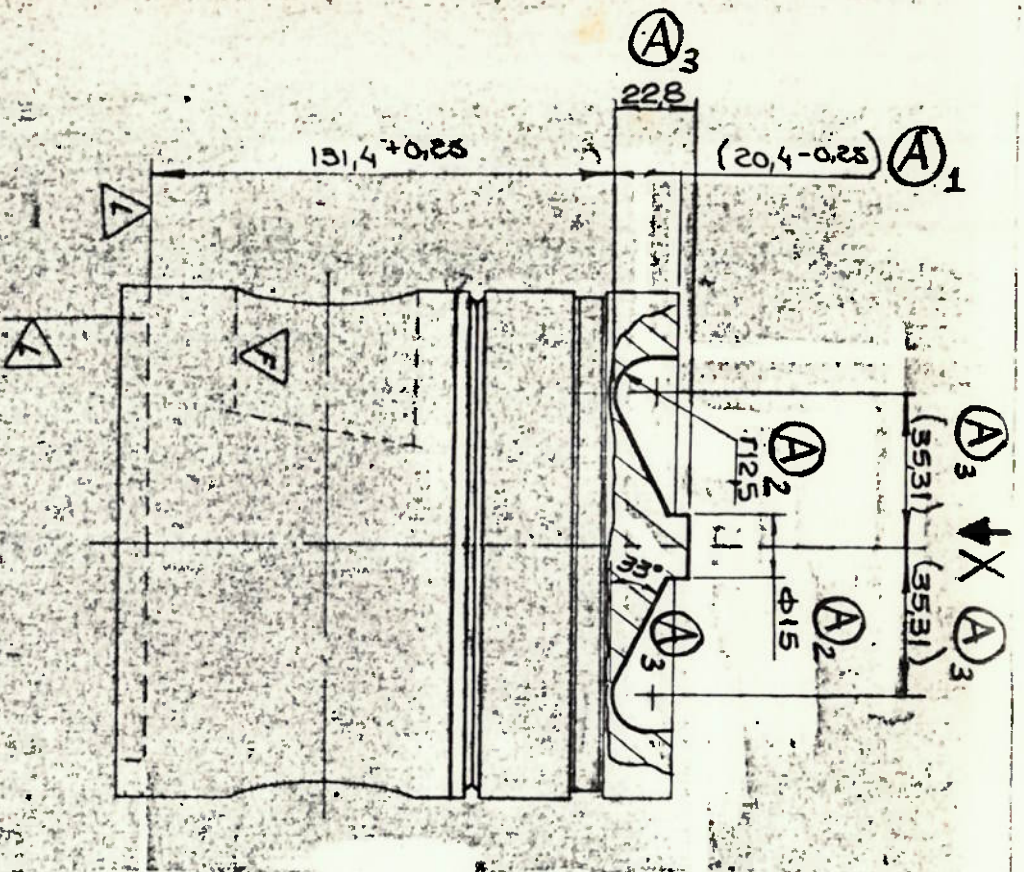
A LINHA DE CENTRO DO TRIANGULO APOIADO PELOS
 LADOS INTERNOS E INCLINADOS (18°) DOS CUBOS DE
 VÊ ESTAR NO ESQUADRO C/ O FURO P/ PINO
 DENTRO DE 0,38 LIT NUN RAIOS DE 38,1

OPERAÇÃO Nº 3 DESABASTAR O FURO P/ PINO C/ Ø 48,25

FOLHA DE OPERAÇÃO
 USINAGEM DE PISTÕES

SEÇÃO	P - XXXXPA	MARCA
Linha - 6	MAQUINA	FURADORA DUBIE

CAVALETE DE COMPRESSÃO E ESQUADRO C/REL. CENT. (4)		
MESA DE ALTURA C/REL. CENT. (3)		
PINO DE DIREÇÃO (2)		
SUBITO C/REL. CENT. (1)		
FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	Nº DO DESENHO	
ENGENHARIA DE PISTÕES	EXECUTADO POR: 	DATA DA EMISSÃO: 10-8-84
	APROVADO POR:	DATA DA ATUALIZAÇÃO:

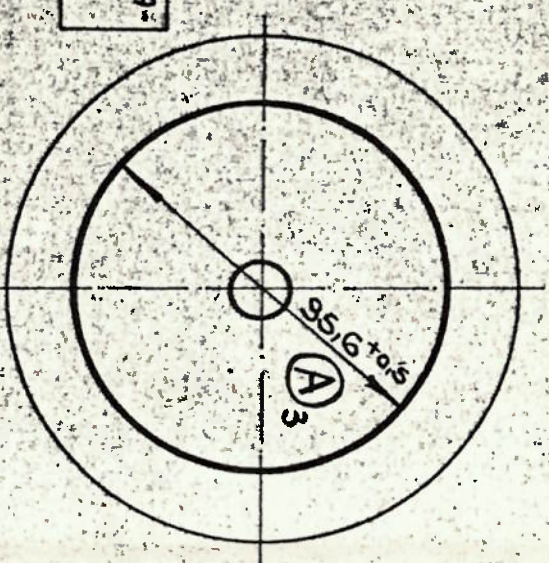


TOURNAÇÃO GERAL
MEDIDAS ± 0,25
ÂNGULOS ± 2°

A 1/5 P2/H L2/H
B 1/50 P1/H L1/H

CÂMARA CENTRAL:
DA COM O EIXO
DO PISTÃO

AV. 0,09 mm/VOLTA
RPM = 730
VC = 243 m/min



VISTA X

OPERAÇÃO
Nº 4
TORNEIRO DESASTE DA CÂMARA DE EXAUSTÃO, deixando o bico de centro facado

FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

P-XXXXPA
SEÇÃO
LINHA-6

MARCA
MAQUINA TOURO
MAR E MARIN

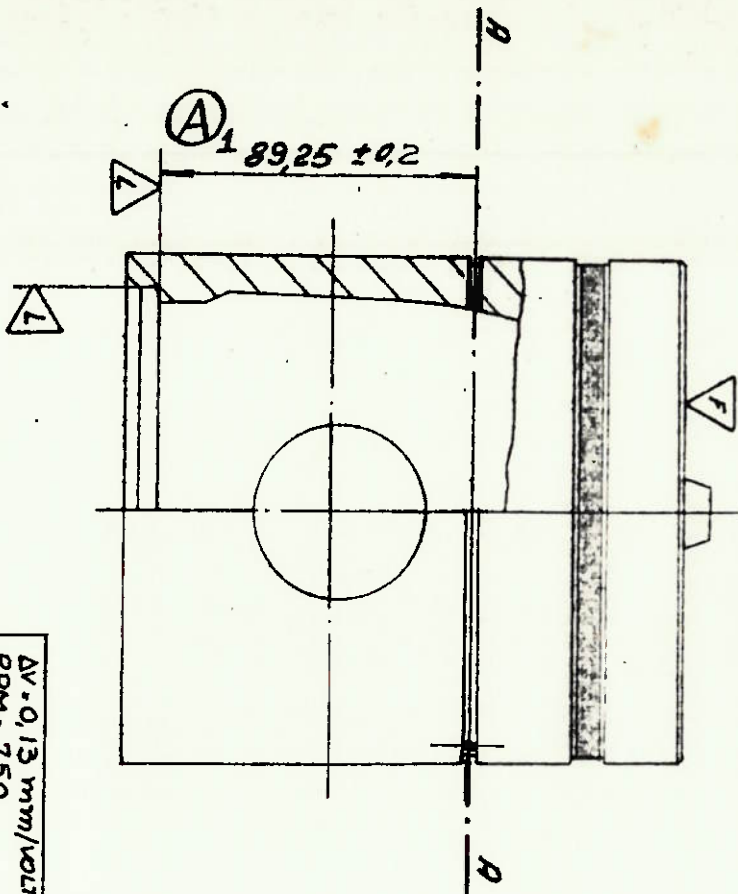
CHAPELONA P/FORMA DA CÂMARA E DIAM. (3)
CHAPELONA P/RAIO DA CÂMARA (2)
BASE DE PROFUNDIDADE C/REL. CENT. (1)
FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE

EXECUTADO POR
APROVADO POR

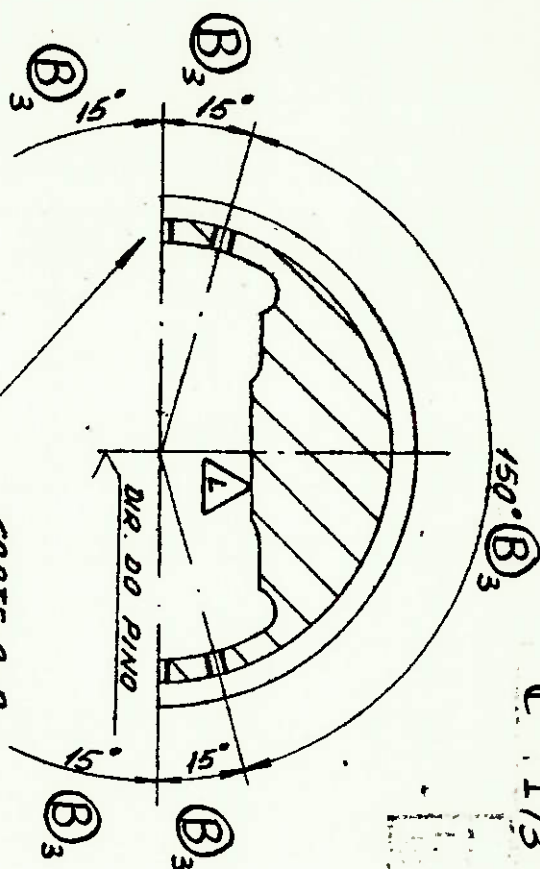
DATA DA EMISSÃO:
10-08-84

DATA DA ATUALIZAÇÃO:

REBARBAS NAS BORDAS DOS FUROS
 DEVEM SER COMPATÍVEIS COM A
 REBARBAÇÃO FEITA NA OPERAÇÃO N.º 22.



AV. 0,13 mm/VOLTA
 RPM: 750
 VC = 243 m/min



6 FURROS DE $\phi 3,2 \pm 0,2$ PERPENDICULARES
 AO EIXO DO PISTÃO DENTRO DE $\pm 1^\circ$ E CEN-
 TRALIZADOS NA CANAL. II DENTRO DE $\pm 0,38$

A 1/40 P1/H L1/Per
 B — — L1/Per
 C 1/3 P1/H L2/Per



OPERAÇÃO Nº 5 BROCAR 6 FURROS RADIAIS DE $\phi 3,2 \pm 0,2$ NA CANAL. II

FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

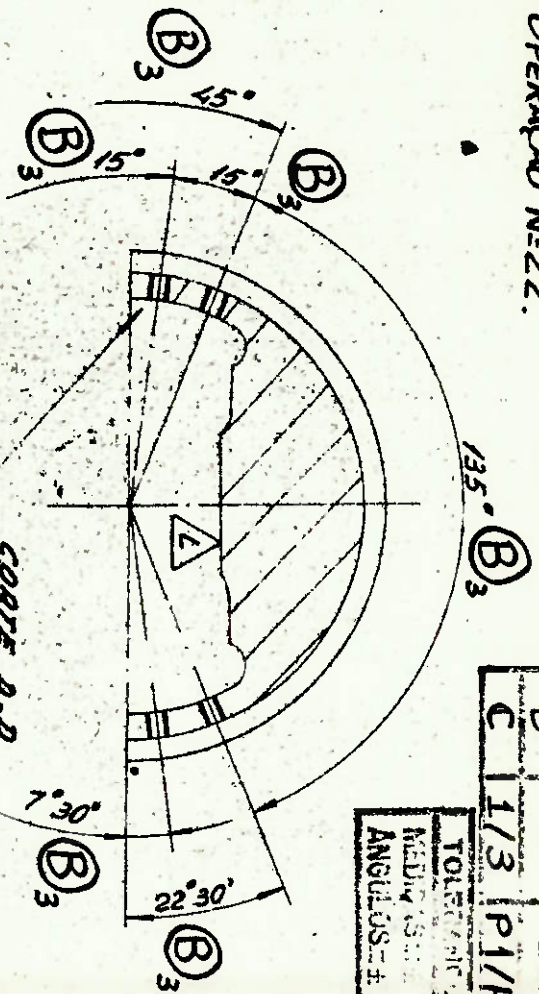
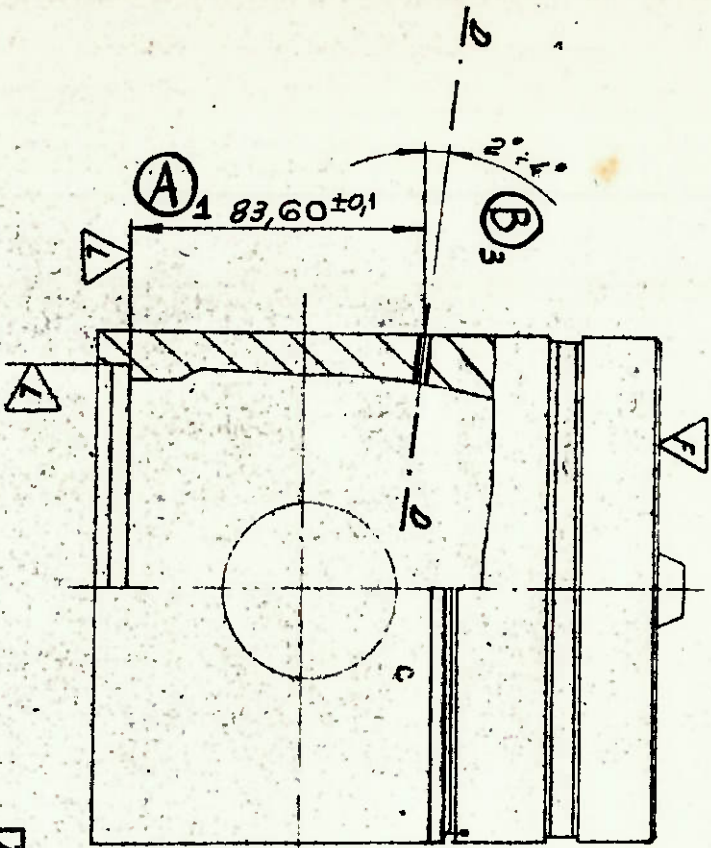
P-XXXX PA
 SEÇÃO LINHA-6
 MARCA:
 MAQUINA
 FURAD. AUTOM. OB. 1

ENGENHARIA
 DE PISTÕES

EXECUTADO POR:
 APROVADO POR:
 DATA DA EMISSÃO: 10-08-84
 DATA DA ATUALIZAÇÃO:

CONTROLE VISUAL (4)	
GRAMINHO C/ DESEMPENO E CABEÇOTE DIVISOR (3)	
PAQUIMETRO (2)	
MESA DE ALTURA CIRC. CENT. E DISCO DE AP. (1)	
FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	
Nº DO DESENHO	

REBARBAS NAS BORDAS DOS FUROS
DEVEM SER COMPATIVÉIS COM A
REBARBAÇÃO FEITA NA OPERAÇÃO N:22.



8 FURROS DE $\phi 3,2 \pm 0,03$ INCLINADOS
DE $2^\circ \pm 4'$ 508 R. CANALETA II

AV. 0,03 mm/VOLTA
RPM = 4500
VC = 45 m/min

ESPEC.	COD.
A	1/40 P1/H L1/PER
B	— — L1/PER
C	1/3 P1/H L2/PER

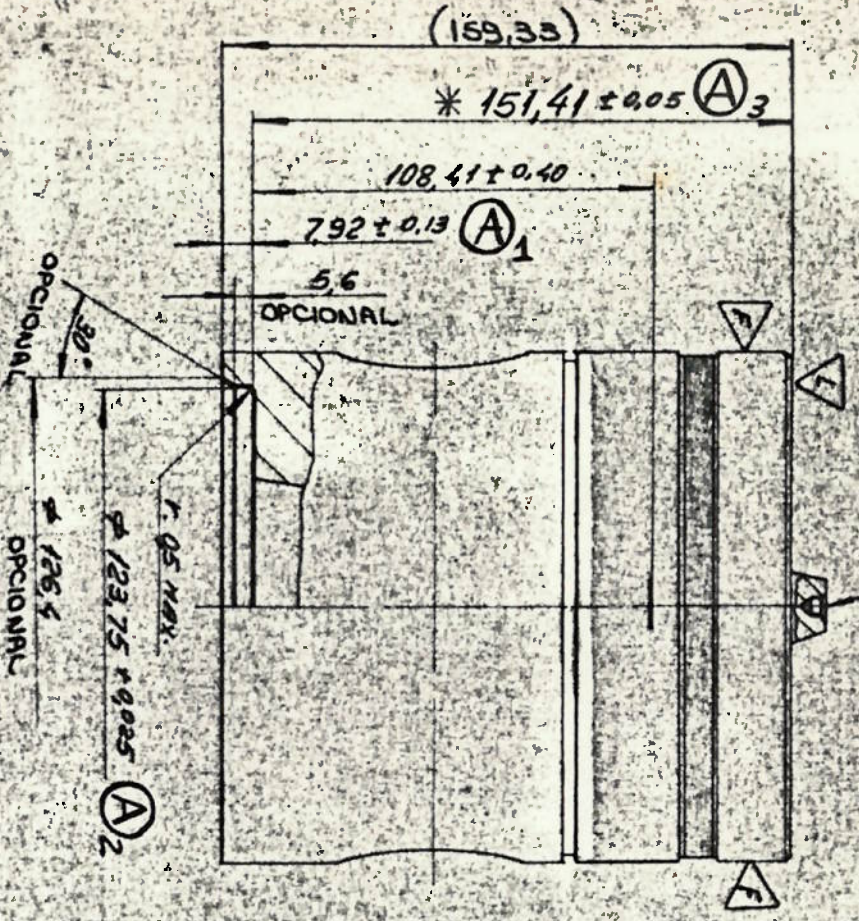
TOLERANCIA	GERAL
DECORD.	0,25
ANGULOS	2°

OPERAÇÃO	Nº	6
BRONAR 8 FURROS RADIAIS DE $\phi 3,2$ INCLINADOS $2^\circ \pm 4'$, CENTRADOS NO RISCO 508 R. CANALETA II		
FOLHA DE OPERAÇÃO	P - XXXXPA	MARCA
USINAGEM DE PISTÕES	SEÇÃO LINHA - 6	MAQUINA FURAD. AUTOM. OB. II

CONTROLE VISUAL (4)	
GRAMINHO C/ DESEMPENHO E CABECOTE DIVISOR (3)	
PAQUIMETRO (2)	
MESA DE ALTURA C/ REL. CENT. E DISCO DE APOIO (1)	
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	Nº DO DESENHO
EXECUTADO POR	DATA DA EMISSÃO
APROVADO POR	10-08-84
	DATA DA ATUALIZAÇÃO

ENGENHARIA
DE PISTÕES

FURO DE CENTRO



ITEM	QUANT.	UNID.
A	1/10	P1/H L1/H

* AS DIMENSÕES NOMINAIS INDICADAS NAS FOLHAS DE OPERAÇÃO PODEM, POR NECESSIDADE, VARIAR CONFORME AS TOLERÂNCIAS INDICADAS NO DESENHO DO PRODUTO.

TOLERÂNCIAS
MEDIDAS ± 0,25
ÂNGULO 05 ± 2°

AV LON. 0,12 mm/VOLTA
AV TRAN. 0,10 mm/VOLTA
RPM = 1200
VC = 475 m/min

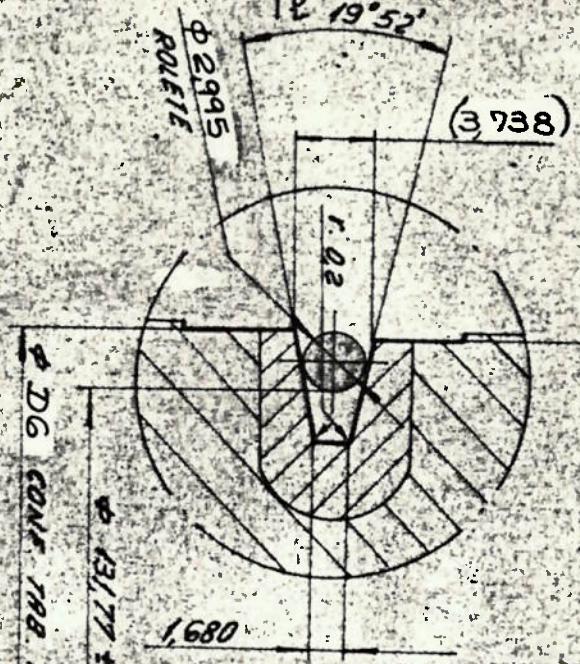
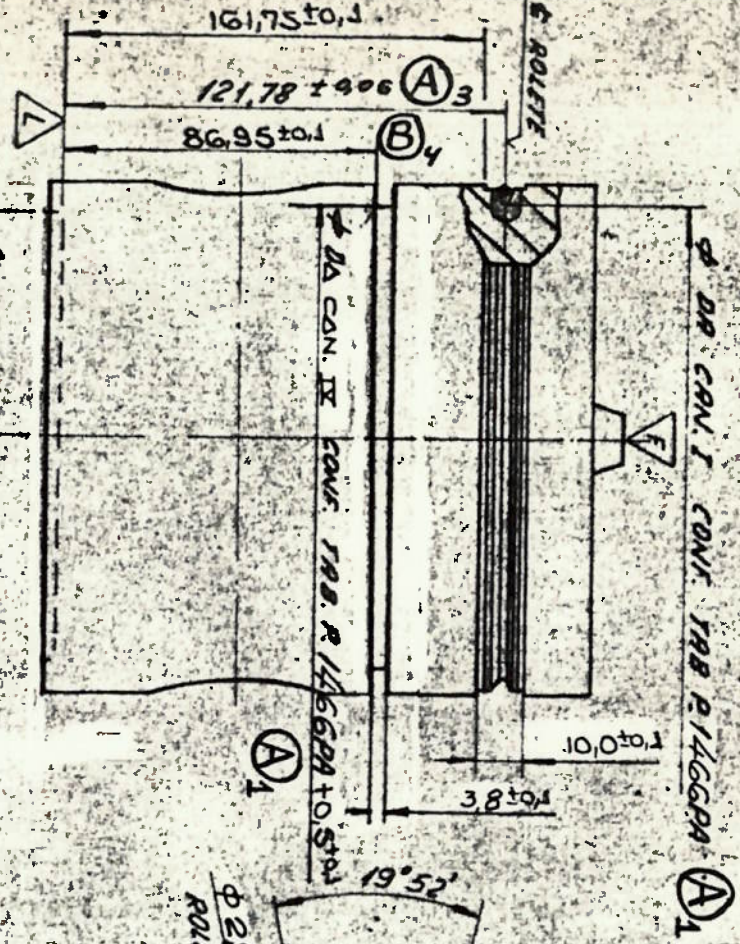
OPERAÇÃO	TORNEAR ACOMPLAMENTO DO APOIO DA BOCA, Ø DA BOCA,	
Nº	7	PROFUNDIDADE CHAMFER BOCA E RECENTRAR
FOLHA DE OPERAÇÃO		
USINAGEM DE PISTÕES	SEÇÃO	7.6
	P - XXXX PA	MARCA
	MAQUINA	TORNO TER. R. 24

MESA DE ALTURA C/ REL. CENT. E DISCO DE APOIO (3)	
DISPOSITIVO C/ DISCO E REL. CENT. (2)	
BASE DE PROFUNDIDADE C/ REL. CENT. (1)	
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	
ENGENHARIA	EXECUTADO POR
DE PISTÕES	APROVADO POR
	DATA DA EMISSÃO: 10-08-84
	DATA DA ATUALIZAÇÃO:

AVANÇO = 0,12 mm/VOLTA
 ROTAÇÃO = 260 rpm
 V.C = 115 m/min.

TOLERÂNCIA GERAL
 MEDIDAS $\pm 0,25$
 ÂNGULOS $\pm 2^\circ$

ESPEC.	QTD.	HI	LI
A	1/5	P2/H	L2/H
B	1/10	P2/H	L1/H



OPERAÇÃO Nº 8
 Tornoar prelocabam. con. I, REBAIXAR O PORTA-ANEL, E,
 DESMONTAR O CANALETA III.

FOLHA DE OPERAÇÃO

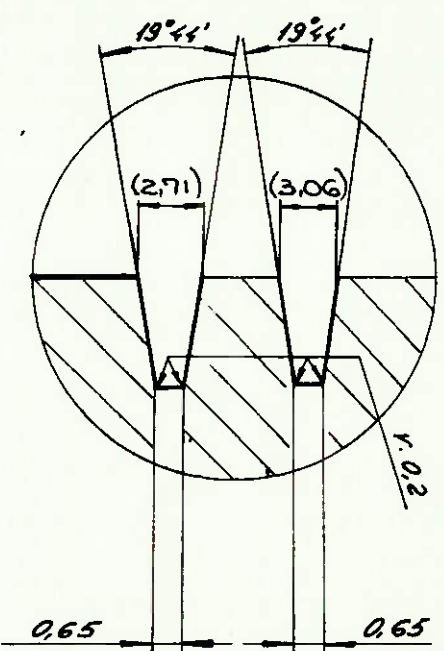
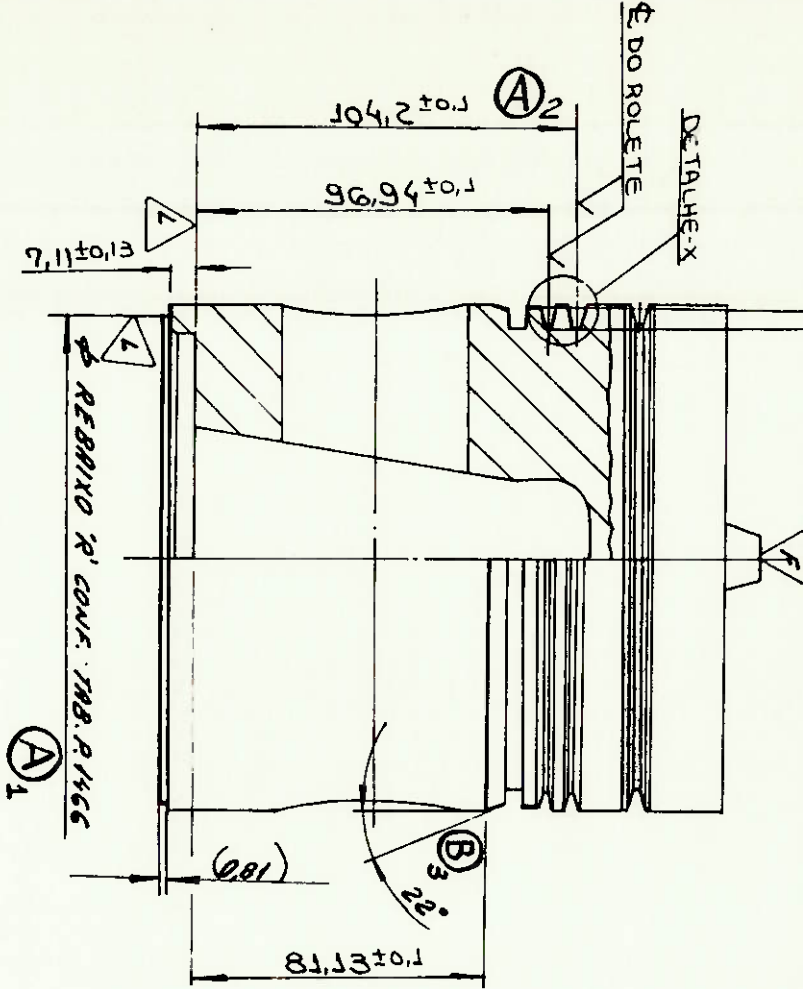
USINAGEM DE PISTÕES

R - XXXX PA
 MARCA
 SEÇÃO LINHA 6
 MÁQUINA TORNO INOR

MESA DE ALTURA C/ REL. CENT. E DISCO DE ARRO (4)
 DISPOSITIVO ESPECIAL C/ ROLETE, REL. CENT.
 E DISCO DE APOIO (3)
 DISPOSITIVO C/ ROLETE E REL. CENT. (2)
 PLANO C/ 4 REL. CENT. (1)
 FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE

ENGENHARIA DE PISTÕES
 EXECUTADO POR
 APROVADO POR
 DATA DA EMISSÃO
 DATA DA ATUALIZAÇÃO

ϕ REBRIXO R'1 CONF. TAB. P.1466 (A)1
 ϕ CANALIZ. CONF. TAB. P.1466 + 0,5 + 0,1 (A)1



DETALHE: X

AV. = 0,12 mm/volta
 RPM = 260
 VC = 115 m/min

ESPEC.	Q. EDA.	FREPAR.	I. SPET.
A	1/5	P2/H	L2/H
B	—	—	L1/Per

TOLERANCIA GERAL
 MILIM. S. ± 0,25
 ANGULOS ± 2°

OPERAÇÃO	Nº	DESCRIÇÃO
9	9	TORNEAR DEBRASTE DAS CANELEIRAS II, III, REBARBAR REBRIXOS R'1, R'2 E CHAMFRO 22° 508 A CANELEIRA-IV

FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

SEÇÃO	P - XXXXPA	MARCA
Linha - 6		
		MAQUINA TORNO INOR

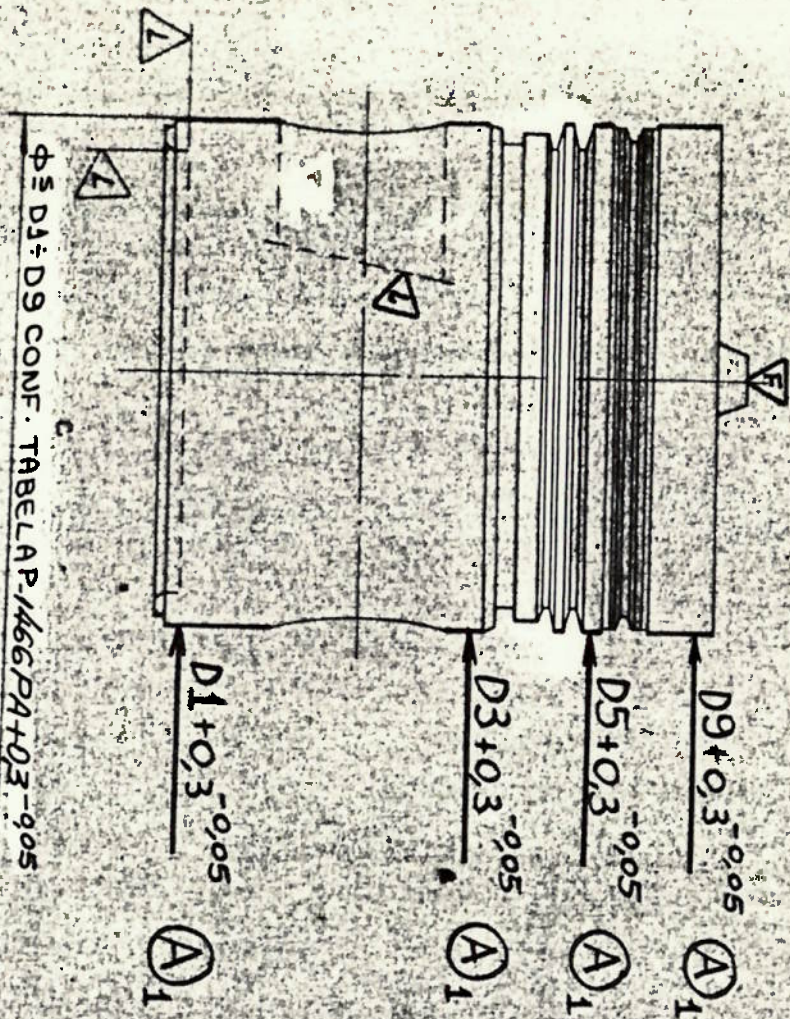
TRANSFERIDOR DE GRAU (3)	
DISPOSITIVO Q. ROLETE, DISCO DE ARQ. E REL. CENT. (2)	
PLANO C/ 4 REL. CENT. (1)	
FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTRÔLE	
EXECUTADO POR:	DATA DA EMISSÃO:
APROVADO POR:	12-06-84
	DATA DA ATUALIZAÇÃO:

ENGENHARIA DE PISTÕES

ESPEC.	Q. ENT.	PR.	Q. S.
A	1/5	P2/H	L2/H

TOLERANCIA	GEOM.
MEDIDAS = 3	-
ANGULOS = 4	-

ALINHADO: 0,55 mm/VOLTA
 ROTAÇÃO: 770 rpm
 V.C.: 336 m/min



OPERAÇÃO
 Nº 10
 TORNEIRO P. ACABAMENTO DO Ø EXTERNO

FOLHA DE OPERAÇÃO

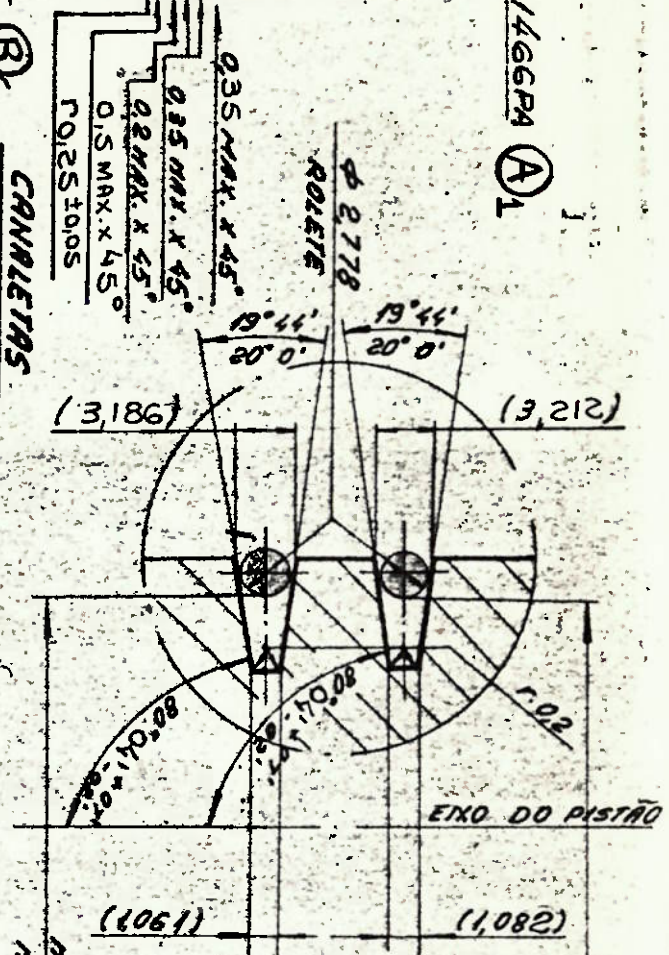
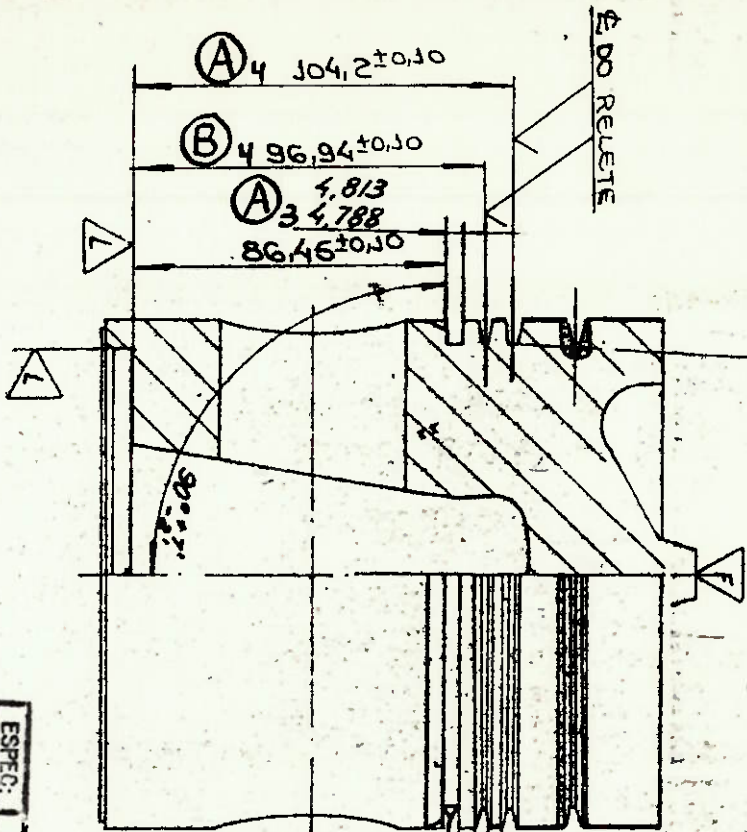
USINAGEM DE PISTÕES

P. XXXX PA	MARCA
SEÇÃO	MAQUINA
LINHA-6	TORNO TEP-R-8

MESA NEOMATIC C/4 BRAÇOS OSCILANTES	E 4 REL. CENT. (1)	Nº DO DESENHO
FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	EXECUTADO POR	DATA DA EMISSÃO
ENGENHARIA DE PISTÕES	APROVADO POR	DATA DA ATUALIZAÇÃO

10-08-84

Φ CAN. II-IV CONE. TRB. R 1466PA (A)1



MAX. 134.87 (A)2
MIN. 134.02

AVANÇO: 0,05 mm/v
ROTAÇÃO: 690 rpm
VC: 300 m/min.

MAX. 134.40 (A)2
MIN. 134.14

CANALETAS
 (B) DEVEM ESTAR EM ESQUADRO C/ A SE DO PISTÃO DENTRO DE 0,038 LT
 (B) DEVEM SER CONCENTRICAS C/ R E DO PISTÃO DENTRO DE 0,038 LT
 (B) ONDULAÇÃO RADIAL PERMITIDA NOS FLANCOS 0,005 MAX. QUANDO MEDIDAS DO FUNDO A BORDA DAS CANALETAS
 (B) ACABAMENTO SUPERFICIAL MEDIDO NO SENTIDO RADIAL DOS FLANCOS: CANALETA - II-IV ± RT 6,3 µ (63 HU. RA)

TOLERÂNCIA GERAL
 MEDIDAS ± 0,25
 ÂNGULOS ± 2°

ESPEC.	Q. UNID.	PRET.
A	1/5	P2/H L2/H
B	—	— L1/Per

OPERAÇÃO TOONER ACABAMENTO DAS CANES II-IV E CHAVETAR AS
 Nº 11 CANALETAS, Δ 45°

FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

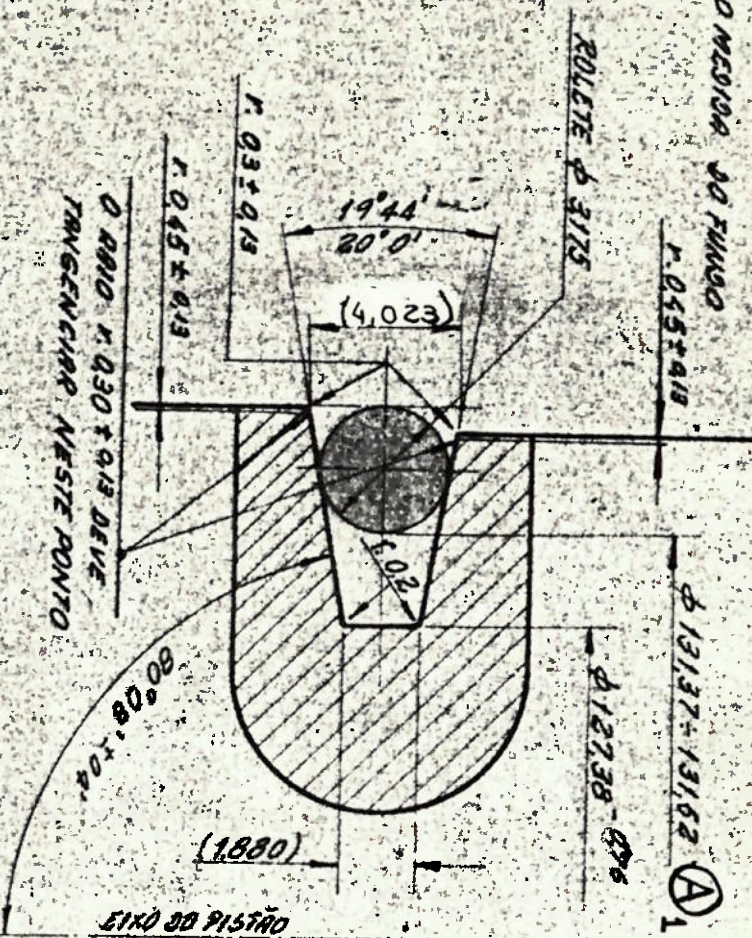
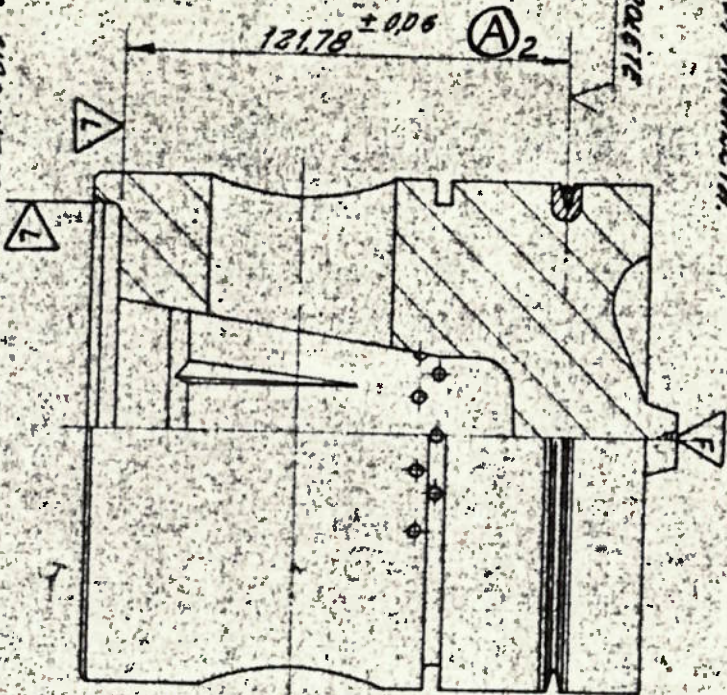
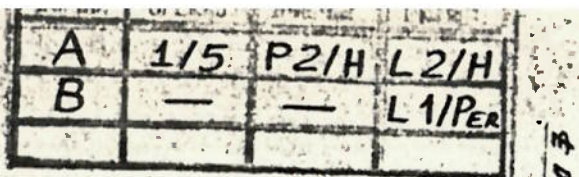
P-XXXX PA	MARCA
SEÇÃO LINHA-6	MAQUINA FORNO
	WEISSTE & HEINER

LABORATÓRIO METROLÓGICO (6)	
MESA DE ALTURA C/ REL. CENT. E DISCO DE APOIO (5)	
DISPOSITIVO C/ ROLETE, DISCO DE APOIO E REL. CENT. (4)	
CALIBRADOR PASSA-NAO-PASSA (3)	
DISPOSITIVO C/ ROLETES E REL. CENT. (2)	
PINO C/ 3 REL. CENT. (1)	
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	Nº DO DESENHO
EXECUTADO POR: [Signature]	DATA DA EMISSÃO: 10-08-84
APROVADO POR:	DATA DA ATUALIZAÇÃO:
ENGENHARIA DE PISTÕES	

CANAL ETIA 1

3. DEVE ESTAR EM ESQUADRO C/A LINHA DE CENTRO DO PISTÃO CENTRAL DE Q038 L.T. I
3. DEVE SER CONCÊNTRICA C/A LINHA DE CENTRO DO PISTÃO CENTRAL DE Q038 L.T. I
3. ANULAÇÃO PARCIAL PERMITIDA NOS FLANCOS DOS NHX. QUANDO MEDIDA DO FUNDO A 90GRAS DO CANALISTA.

- AGRABAMENTO SUPERFICIAL MEDIANTE NO SENTIDO
RADIAIS DOS FILAMENTOS: 8.1.27.4



0.25 ANGULOS #1 -X-

3 - ANULAÇÃO CIRCUNFERENCIAL PERMITIDA, MEDIDA SOBRE O PLANO C
3 (INFERIOR): 0,0075 mmX 60° 360°
0,005 mmX 60° 30°
0,002 mmX 06 TRASPENSADEIS

• RABANÇO = 0,02 mm | NO
RABANÇO = 5/6 mm

• PUNTAÇO = 0,02 mm / VOLTA
• ROTAÇÃO = 566 rpm
• UC = 247 m/min

PERAÇÃO	RETIFICAR ACRABAMENTO DO CÂMBIO E EXECUTAR
12	7.337448 NOS PLANOS DO CÔNCRETO

FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

P-XXXXPA	MARCA
SEÇÃO 2-6	MAQUINA PETIT JONES & LANSOM

ENGENHARIA
DE PISTÕES

APPROVADO POR

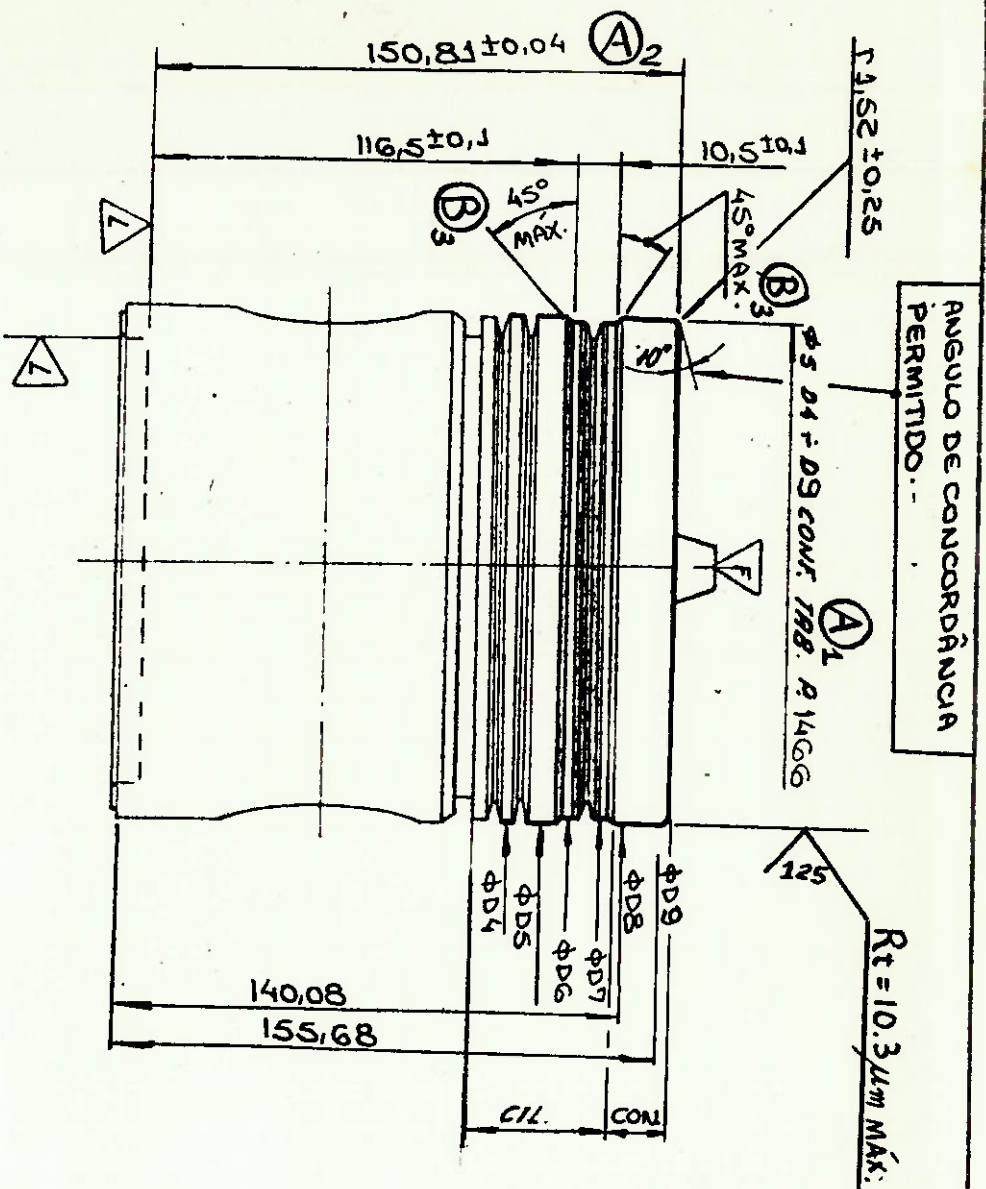
EXECUTADO POR: DATA:

Nº DO DESENHO

DA EMISSÃO

48-80-84

DATA DA ATUALIZACAO



OS ϕ 5 EXTERNOS ACABADOS DO PISTÃO DEVE SER CONCENTRICOS C/ O EIXO DO MESMO DENTRO DE 0,076 L.T.I.

OS ϕ 5 EXTERNOS ACABADOS DO PISTÃO DEVE SER CONCENTRICOS C/ O EIXO DO MESMO DENTRO DE 0,076 L.T.I.

AVANÇO LONGITUDINAL = 0,39 mm/VOLTA
AVANÇO TRANSVERSAL = 0,32 mm/VOLTA
ROTAÇÃO = 340 rpm
U.C. = 410 m/min.

TOLERÂNCIA DE ACABAMENTO
MEDIDA DE 0,25
ÂNGULO DE 2°

A	1/1	P5/H	L2/H
B	—	—	L1/PER

OPERAÇÃO	Nº	13	TORNEAR ACABAMENTO NA FURADA DO TOPO E RAO R-1,52 NO TOPO	P - XXXXPA	MARCA	MAQUINA	TORNO BOLEY
FOLHA DE OPERAÇÃO							
USINAGEM DE PISTÕES							

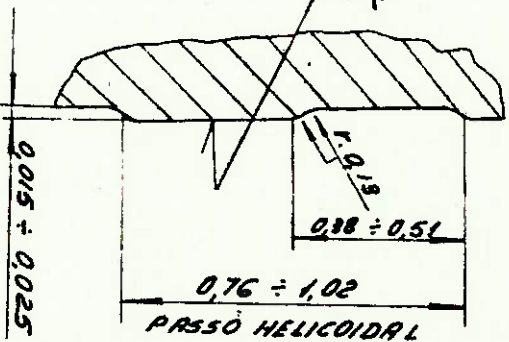
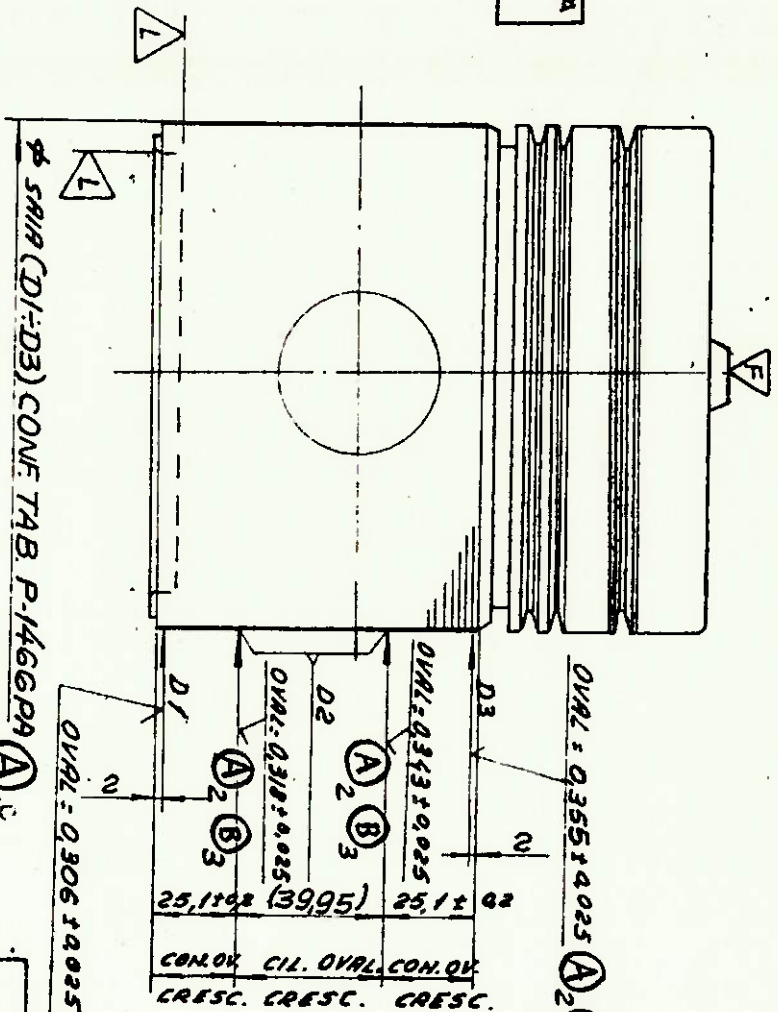
RUGOSIMETRO (4)			
PROJETOR (3)			
MESA DE ALTA C/ REL. CENT. E DISCO DE APOIO (2)			
PIANO C/ 6 REL. MILES. (1)			
FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE		Nº DO DESENHO	
EXECUTADO POR: NOCA		DATA DA EMISSÃO: 10-8/84	
APROVADO POR:		DATA DA ATUALIZAÇÃO:	

MANUTER OS PONTOS ALTOS DA FORMA DA SRIA
A 90° DA DIREÇÃO DO PINO DENTRO DE 5°

TOLERÂNCIA	Q25
Antes de	-x-

ESPEC.	A	1/1	P5/H L2/H
	B	—	— L1/Per

AV: 0,39 mm/VOLTA
RPM: 940
VC: 410 m/min



OS ϕ 5 EXTERNOS ACABADOS DO PISTÃO DEVEM SER
CONCÊNTRICOS C/ O EIXO DO MESMO DENTRO DE 0,076 LT/

OPERAÇÃO	TOURNEAR ACABAMENTO DA FORMA DA SRIA C/ UNIFE-
Nº	14
FINISH	FINISH

FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

P - XXXX PA	MARCA
SEÇÃO	MAQUINA
LINHA - 6	TOURNO BOLEY

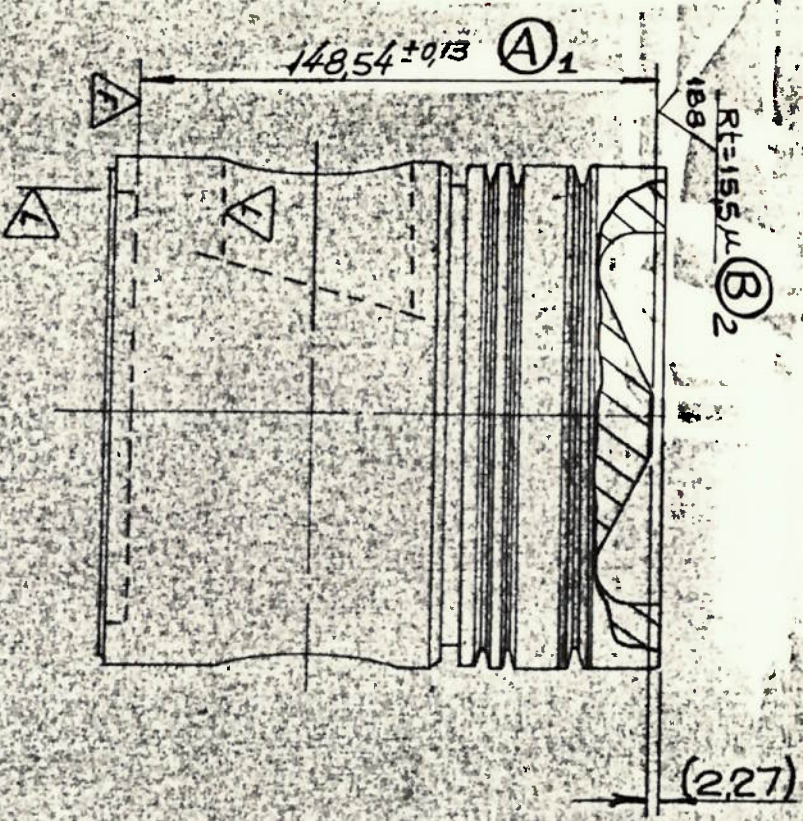
ENGENHARIA
DE PISTÕES

EXECUTADO POR	DATA DA EMISSÃO
APROVADO POR	10-08-84
	DATA DA ATUALIZAÇÃO

LABORATÓRIO METROLÓGICO (3)	
MESA C/REL. CENT. (OVALIDADES) (2)	
MESA C/ BRÇOS NEOMATIC E APAR. MILLIPNEU (1)	
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	
Nº DO DESENHO	

304
METODAS SENS 025
ANEXO 1

EXPLC	A	1/15	PL/H	LL/H	H
	B	—	—	—	L1/PER



AVANÇO LONGITUDINAL = 0,18 mm/VOLTA
 ROTAÇÃO = 1500 rpm
 VELOC. CORTE = 499 m/min

OPERAÇÃO Nº 1/5

TURNER ACABAMENTO do bico da câmara

FOLHA DE OPERAÇÃO

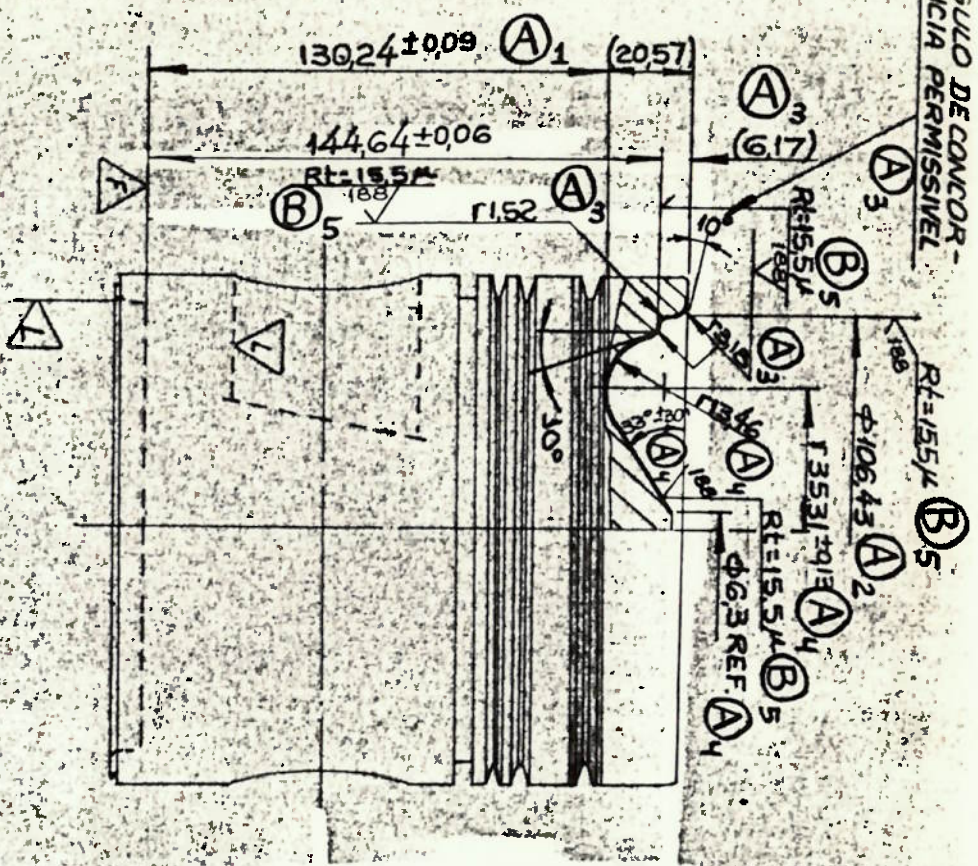
USINAGEM DE PISTÕES

SEÇÃO	MARCA
XXXXXPA	
MAQUINA	
TOURNO MOR	

RUGOSIMETRO (2)			
MESA DE ALTURA C/REL.CENT. E DISCO DE APOIO (1)			
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE			
ENGENHARIA		EXECUTADO POR	DATA DA EMISSÃO
DE PISTÕES		APROVADO POR	DATA DA ATUALIZAÇÃO

10-08-84

ÂNGULO DE CONCORDÂNCIA PERMISSÍVEL



TOLERÂNCIA GEOM.
MEDIDAS M.L. 0,25
ÂNGULO M.L. 2°

ESPEC.	1	2	3	4	5
A	1/15	P1/H	L1/P		
B				L1/P	

AVANÇO = MANUAL
ROTAÇÃO = 850 rpm
V. CORTE = 280 m/min

OPERAÇÃO Nº 16 *Turnear acabamento da câmara de explosão e boca*

FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

P-XXXXPA	MARCA
SEÇÃO LINHA-6	MAQUINA
	TOANO WEISSER

RUGOSÍMETRO (5)	
CHAPELONA P/ FORMA DA CÂMARA (4)	
CHAPELONA P/ RAIOS DE CONCORDÂNCIA E ÂNGULO DA BORDA DA CÂMARA (3)	
CHAPELONA P/ DIÂMETRO DA CÂMARA (2)	
MESA DE ALTURA C/ REL. CENT. E DISCO DE ARBOL (1)	
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	

ENGENHARIA DE PISTÕES	EXECUTADO POR	DATA DA EMISSÃO
	APROVADO POR	10-08-84
		DATA DA ATUALIZAÇÃO

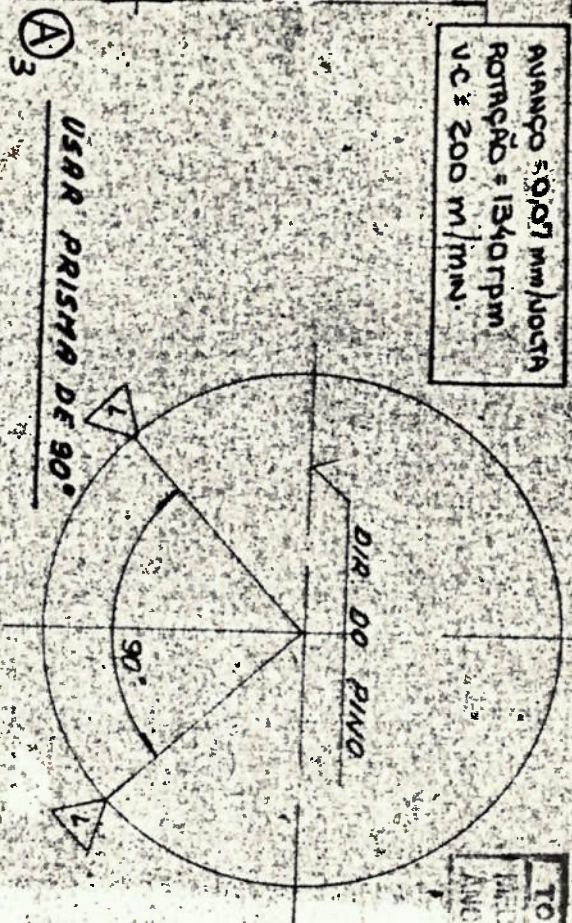
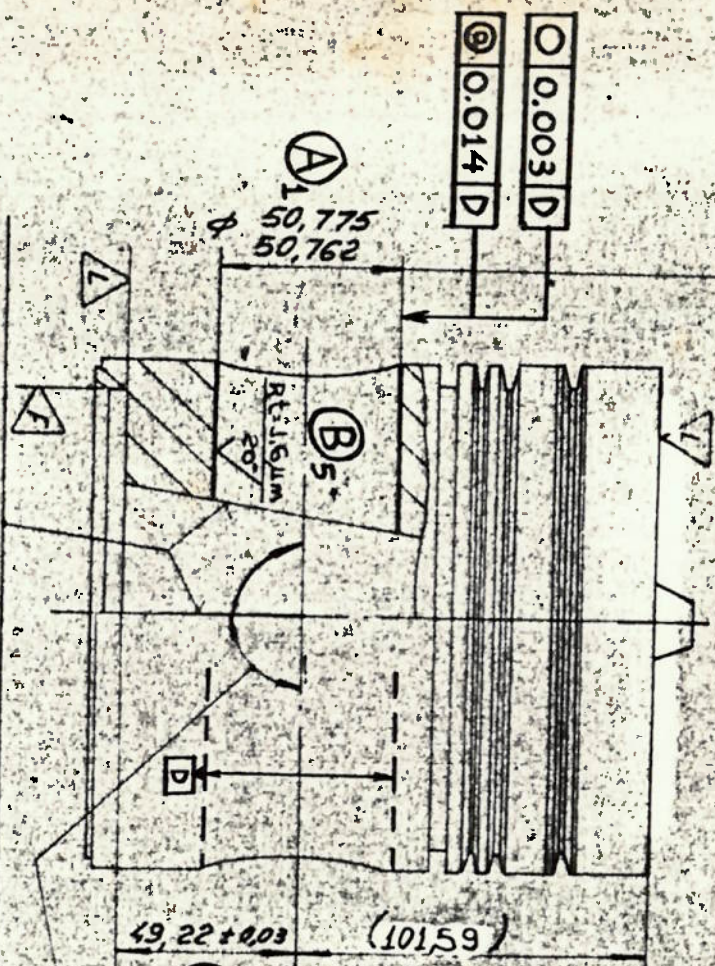
MANDRILHAR O FURO PE PINO SEMPRE QUE POSSIVEL NO P. MINIMO OU IN. TERMEARIO NUNCA NO P. MAXIMO

O FURO PE PINO DEVE ESTAR CENTRADO C/ O EIXO DO PISTÃO DENTRO DE 0,13 LTI

ESPEC.	Q.T.D.	Q.T.
A	1/1	P5/H L2/H
B	—	— L1/PER

AVANÇO 50,07 mm/rosta
 ROTACÃO = 1340 rpm
 V.C = 200 m/min.

TOLERANCIA
 0,25



USAR PRISMA DE 90°

O FURO PE PINO DEVE ESTAR EM ESQUADRO C/ A LINHA DE CENTRO DO PISTÃO DENTRO DE 0,063 POR 115 DE COMPRIMENTO

PE INSPECÇÃO 0,126 EM 115 mm LTI

A LINHA DE CENTRO DO TRIANGULO FORMADO PELOS LADOS INTERNO E INCLINADOS (18°) DOS CUBAS DEVE ESTAR NO ESQUADRO C/ O FURO PE PINO DENTRO DE 0,30 LTI NUM RAO DE 38,1

OPERACÃO Nº 17 MANDRILHAR ACABAMENTO DO FURO PE PINO

FOLHA DE OPERACÃO

USINAGEM DE PISTÕES

P-XXXX PA	MARCA
SEÇÃO LINHA-6	MAQUINA MANDRILADORA ZA-4

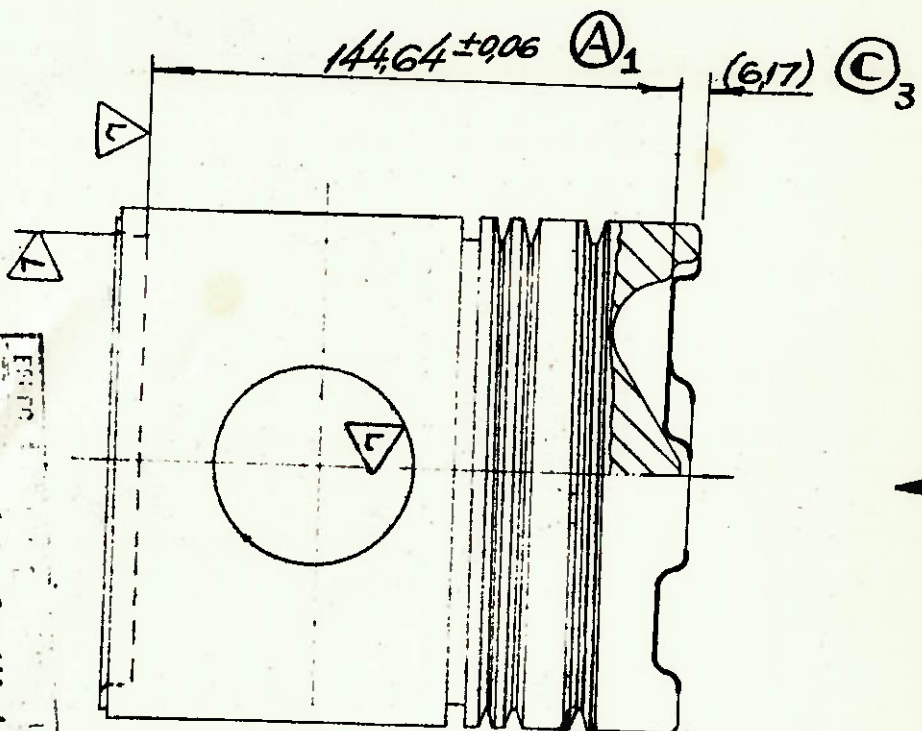
LABORATÓRIO METROLOGICO (5)	
PINO DE DIREÇÃO C/ TINTA AZUL PRUSSIA (4)	
CAVALETE C/ 2 REL. CENT. (3)	
CAVALETE C/ REL. CENT. (2)	
PINO C/ AP. MILIPNEU E ANEIS CALIBRADORES (1)	
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	
EXECUTADO POR	DATA DA EMISSÃO
APROVADO POR	DATA DA ATUALIZAÇÃO

ENGENHARIA DE PISTÕES

10-08-84

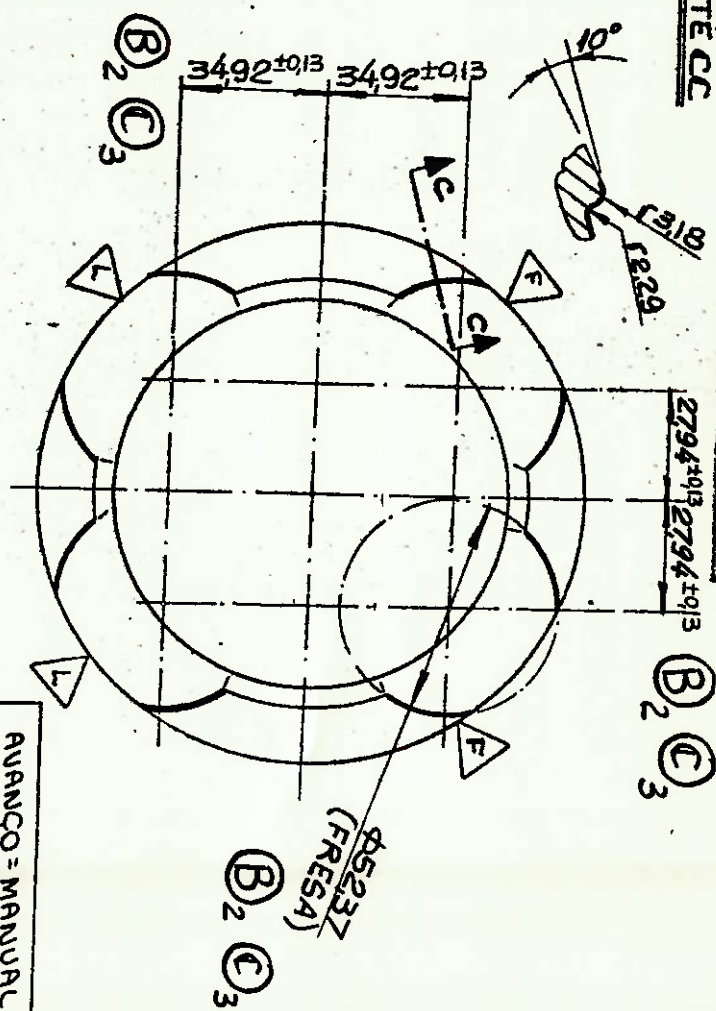
10-08-84

↑ X



FEITO	A.	1/15	P2/H	L2/H
	B	1/30	P2/H	L2/H
	C	1	—	L1/Per

CORTE CC



TOLEIRIA	0.25
MEDIC. ANGULO	— x —

VISTA X

AVANÇO = MANUAL
ROTAÇÃO - 630 rpm
V.C = 150 m/min.

OPERAÇÃO Nº 18 Fresar 4 rebolos de válvulas com ϕ 52.37

FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

P - XXXXPA	MARCA
SEÇÃO LINHA-6	MAQUINA FRESADORA SACORA

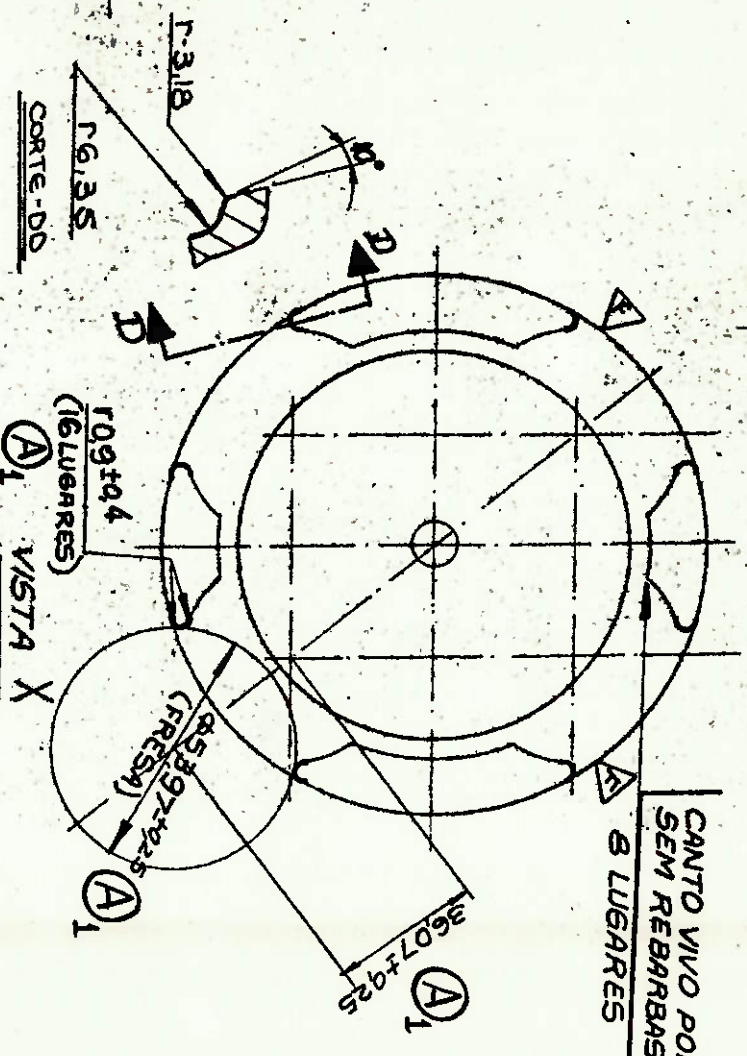
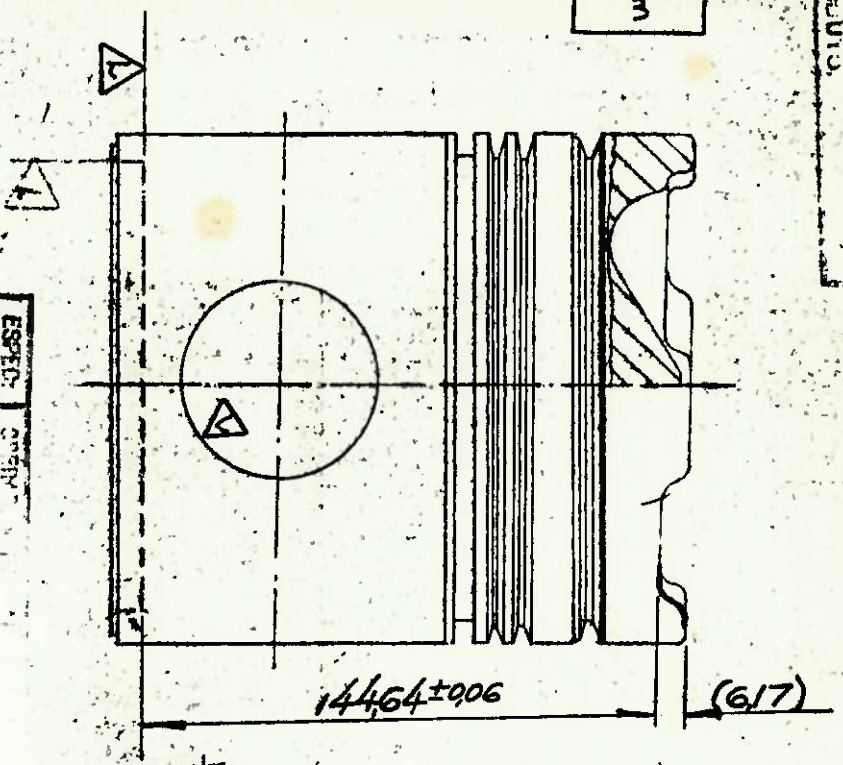
GRAMINHO C/ DESEMPENO E CABEÇOTE DIVISOR (3)
BOLHUFAS COM BOLACHAS (2)
MESA DE ALTURA C/REL. CENT. E DISCO DE ARBIO (1)
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE

ENGENHARIA DE PISTÕES

EXECUTADO POR
APROVADO POR
DATA DA EMISSÃO
10-8-84
DATA DA ATUALIZAÇÃO

NOME DO PROJETO: ...
 NOME DO CLIENTE: ...
 NOME DO PROJETISTA: ...
 DATA DE EMISSÃO: ...
 DATA DE RECEBIMENTO: ...

AVANÇO = MANUAL
 ROTAÇÃO = 690 rpm
 V.C = 150 m/min.



TOLERÂNCIA: ...
 MEDIDAS: ... 0.25
 ÂNGULOS: ...

A₁ - CONTROLE VISUAL

CANTO VIVO PORÉM SEM REBARBAS

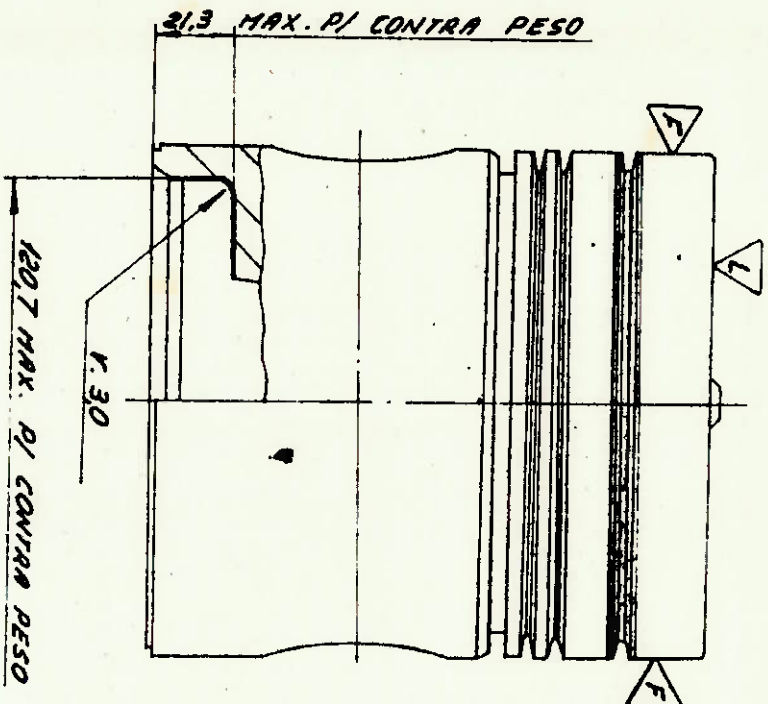
ESPEC: ...
 A 1/15 P1/H L1/H

OPERAC: ...
 Nº 19 Fresor saída dos rebixos de válvulos
 FOLHA DE OPERAÇÃO
 USINAGEM DE PISTÕES

CHAPELONA DE PLEXI-GLASS (1)
 FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APERELOS DE CONTRA...
 ENGENHARIA DE PISTÕES
 APROVADO POR: ...
 DATA: 10-08-84

ESEC	C				
A	1/1	P1/H	L1/H		

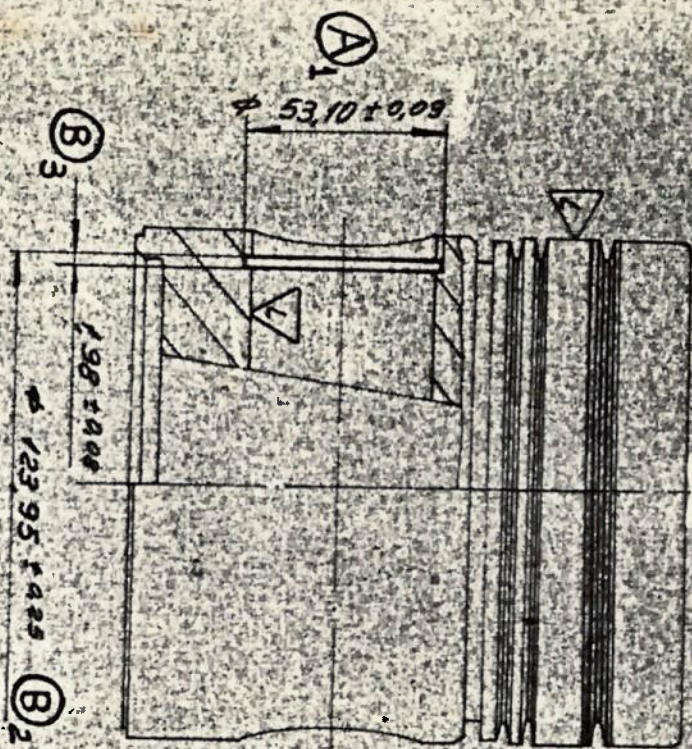
① A1 Pêso do pistão [sem pino, argolas e anéis] 3484g $\pm 14g$



OPERACÃO		TORNEAR O CAVITA		PESO SOB OS CUBOS COM $\phi 1297$	
Nº	20	MAXIMO 243 MAXIMO			
FOLHA DE OPERAÇÃO					
USINAGEM DE PISTÕES					
P-XXXX PA		MARCA			
SEÇÃO		MAQUINA			
LINHA - 6		TORNO MARTIN			
BALANCA E JOGO DE PESOS (1)					
FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE					
ENGENHARIA					
DE PISTÕES					
EXECUTADO POR:					
APROVADO POR:					
DATA DA EMISSÃO:					
10-08-84					
DATA DA ATUALIZAÇÃO:					
Nº DO DESENHO					

ESPEC.	Q. ENT.	F. N. K.	1.501
A	1/5	P 1/H	L 1/H
B	1/10	P 1/H	L 1/H

OS DIÁMETROS DO FURO P/ PINO E DA CANALETINHA DEVEM SER CONCENTRICOS ENTRE SI DENTRO DE 0,51 LT



OPERAÇÃO Nº 21 ABRIR CANALETAS P/ REGULA GUARDADA NO FURO

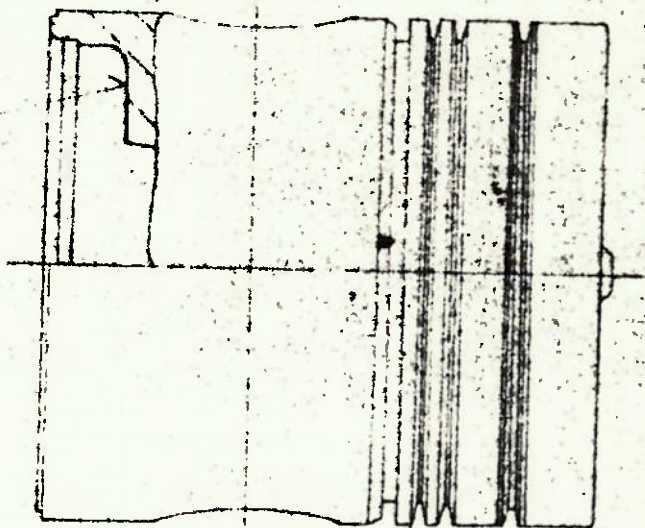
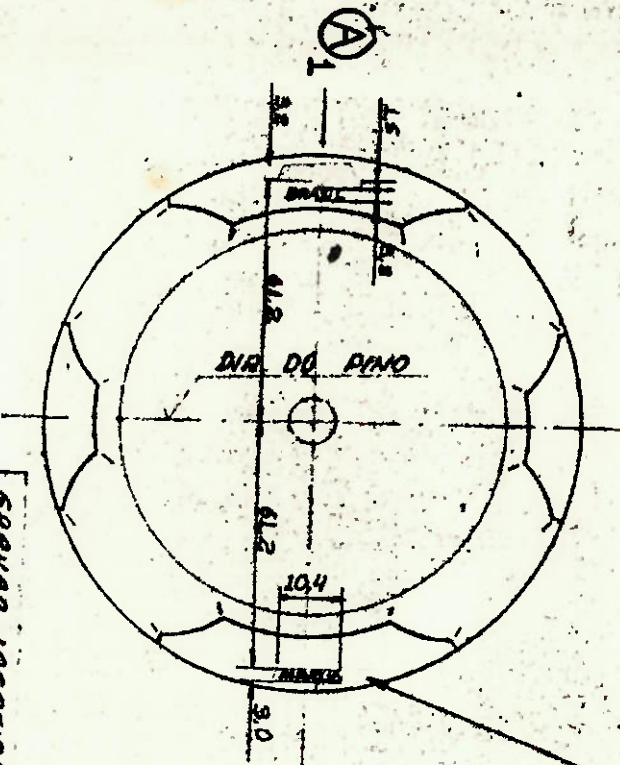
FOLHA DE OPERAÇÃO

USINAGEM DE PISTÕES

SEÇÃO P - XXXXPA MARCA LINHA - 6 MAQUINA DE CANALETA

CALIBRE DE LARGURA DE CANALETINHAS (3) CALIBRE DE DISTANCIA ENTRE CANALETINHAS (2) DISPOSITIVO ESPECIAL C/ REL. CENT. E FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE ANEL CALIBRADOR (1)	ENGENHARIA DE PISTOES EXECUTADO POR APROVADO POR DATA DA EMISSÃO DATA DA ATUALIZAÇÃO
---	---

TOLERANCE 0.25
MEDICATION 0.25
ANALYSIS 1 - 1 -

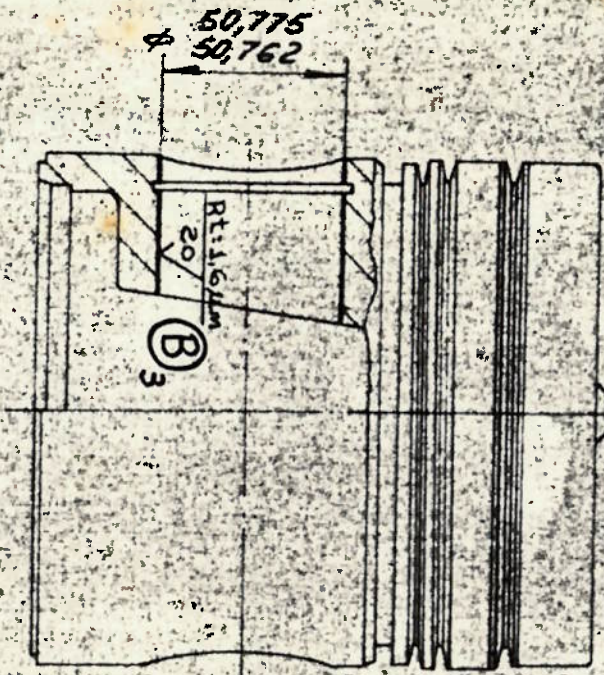


GRANDE LOCOMOTIVO c/dados, P/1466
NO LABO OP0STO, 4005 R
PARQUEÇÃO DA INSPECÇÃO
ULTRA 500, GRAVAR R
LEIAR. I

④

OPERAÇÃO		CARIMAR	
Nº 2386			
FOLHA DE OPERAÇÃO			
USINAGEM DE PISTÕES			
P-XXXXPA		MARCA	
SÉRIAS		MÁQUINA	
LINHA - 6		BRANCA	
CONTROLE VISUAL (1)			
FERRAMENTAS DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE			
ENGENHARIA		EXECUTADO POR	
DE PISTÕES		APROVADO POR	
		DATA DA EMISSÃO	
		DATA DA ATUALIZAÇÃO	

ESPEC.	Q. ENQ.	1	2	3
A	1/3	P2/H	L2/PER	
B	—	—	L1/PER	



1

Ⓐ₂ O FURO PARA PINO DEVE SER
ISENTO DE RISCOS E OUTRAS
IMPERFEIÇÕES.

NOTA

O CALIBRADOR FP. 030-12-1023 DEVE
DESIZIR LIVREMENTE ATRAVÉS DE
Ⓐ₁ RABOS FURDOS P/ PINO SIMULTANEA-
MENTE

OPERAÇÃO	Nº	24	POLAR O FURO P/ PINO	
FOLHA DE OPERAÇÃO			P-XXXXPA	MARCA
USINAGEM DE PISTÕES			SEÇÃO	MAQUINA
			LINHA - 6	DE POLAR

RUGOSIMETRO (3)	
CONTROLE VISUAL (2)	
CALIBRADOR (1)	
FERRAMENTAS, DISPOSITIVOS E APARELHOS DE CONTROLE	
ENGENHARIA	EXECUTADO POR
DE PISTÕES	APROVADO POR
	DATA DA EMISSÃO
	DATA DA ATUALIZAÇÃO